

Monitoring im Sonderschutzgebiet Piffkar 2004-2005:

Positive Vegetationsentwicklung aufgrund natürlicher Sukzession
nach Beendigung der Beweidung?



Endbericht

Katharina AICHHORN & Irina KURTZ
St.Johann, Mai 2007

für
Judith & Max
Nilix & Niño

Danksagung

Wir möchten euch Dank sagen:

- Max für die vielseitige Hilfestellung und Geduld bei diesem Projekt (Statistik, Gelände, Entwicklung der Methodik)
- Unserer Projektmitarbeiterin Maria Wintersteller fürs „Einspringen“ in der Geländesaison 2005 und fürs Korrekturlesen sowie Gerhard Wintersteller für die „Geländebegleitung“
- Max, Eva und Maria fürs Einmessen der Flächen und Ferd zusätzlich noch für die Herstellung der Lärchenholzpflocke.
- Peter Gruber für die Bestimmung von ausgewählten Arten
- Paul Heiselmayer und Christian Eichberger für die Hilfestellung bei methodischen Fragen und Diskussionsbeiträge
- Inge Illich für die gemeinsame Geländebegehung

Weiters bedanken wir uns bei:

- der Großglockner Hochalpenstraße AG (Grohag) für die finanzielle Unterstützung durch den „Glockner-Öko-Fonds 2003“
- der Nationalparkverwaltung Hohe Tauern Salzburg und hier besonders meiner Kollegin Kristina Bauch für diverse Hilfestellungen
- dem Nationalpark Hohe Tauern und dem Haus der Natur für die Benutzung der „Hochalpinen Forschungsstation“



Kontaktadressen AutorInnen:

Mag. Katharina Aichhorn
Liechtensteinklammstraße 48
A-5600 St. Johann im Pongau
Katharina.Aichhorn@gmx.at

Mag. Irina Kurtz
Beethovenstraße 13
D-83435 Bad Reichenhall
Irina.Kurtz@gmx.net

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung.....	6
2	Einleitung	8
2.1	Stand der Forschung.....	8
2.2	Problemstellung	9
3	Untersuchungsgebiet	10
3.1	Vegetationsökologisches Monitoring 1992 bis 1996 im Piffkar.....	12
3.2	Beweidungsgeschichte Piffkar.....	12
3.3	Eignung des Piffkars für Monitoringzwecke	14
4	Material & Methoden	15
4.1	Auswahl der Dauerflächen	15
4.2	Flächendesign	15
4.2.1	Stichprobenumfang.....	18
4.3	Einmessen der Flächen und Verortung.....	19
4.4	Auffinden der Dauerflächen, Griehser-Flächen und Bearbeitungsflächen.....	22
4.5	Erhobene Parameter	25
4.6	Zeitliches Design	26
4.7	Bearbeitungsteam und Einschulung MitarbeiterInnen	28
4.8	Datenverwaltung & Auswertung.....	28
4.8.1	Datenverwaltung	28
4.8.2	Auswertung der Vegetationsaufnahmen	30
	Pflanzensoziologie	30
	Clusteranalyse	31
	Korrespondenzanalyse	31
	Veränderung der Griehser-Flächen.....	32
4.8.3	Auswertung der Frequenzrahmen.....	33
	Leitarten.....	33
	Güte der Leitarten auf den Flächen 1 und 2.....	35
	Vergleich der Flächen 1 und 2	36
	Gradientenanalyse auf Fläche 3	37
	Veränderungen auf Artniveau auf Fläche 3	37
5	Ergebnisse.....	38
5.1	Lage und Beschreibung der Flächen	38
5.1.1	Zielsetzungen bzw. Fragestellungen der einzelnen Flächen.....	45
	Dauerflächen 1 und 2.....	45
	Dauerfläche 3 und Griehser-Flächen.....	45
5.2	Pflanzensoziologische Auswertung aller Vegetationsaufnahmen	45
5.2.1	Dauerflächen 1 und 2	45
	Vegetationsaufnahmen 1.1 und 1.2.....	46
	Vegetationsaufnahme 1.3.....	46
	Vegetationsaufnahme 1.4.....	46
	Vegetationsaufnahmen 2.1, 2.3 und 2.4	46
	Vegetationsaufnahmen 2.2	46
5.2.2	Potentiell natürliche Vegetation der Dauerflächen 1 und 2.....	47
5.2.3	Dauerfläche 3 und Griehser-Flächen	47
	Vegetationsaufnahmen 3.2 und 3.4.....	48
	Vegetationsaufnahme 3.1.....	48
	Vegetationsaufnahmen 3.3 sowie 10 und 10a aus den Jahren 2004 & 2005	48
	Vegetationsaufnahme 10 aus den Jahren 1992 bis 1996 (erhoben von B. Griehser).....	49
	Vegetationsaufnahme 10a aus den Jahren 1992 bis 1996 (erhoben von B. Griehser)	49
5.2.4	Potentiell natürliche Vegetation der Dauerfläche 3 und der Griehser-Flächen	49
5.3	Clusteranalyse und Ordination aller Vegetationsaufnahmen	51

5.3.1	Clusteranalyse (Klassifikation)	51
	Spielt die Beweidung bei der Clusteranalyse eine Rolle?	51
5.3.2	Ordination (Korrespondenzanalyse, RA)	54
	Spielt die Beweidung bei der Korrespondenzanalyse gesamt eine Rolle?	54
5.4	Fläche 1 und Fläche 2	56
5.4.1	Korrespondenzanalyse beider Flächen.....	56
	Spielt die Beweidung bei der Korrespondenzanalyse Flächen 1 und 2 eine Rolle?	56
5.4.2	Leitarten	59
	Übersicht über die Leitarten.....	59
	Güte der Leitarten	61
5.4.3	Vergleich beider Flächen	65
5.5	Fläche 3 und Griebser-Flächen	67
5.5.1	Korrespondenzanalyse beider Flächen.....	67
	Spielt die Beweidung bei der Korrespondenzanalyse Fläche 3 und Griebser-Flächen eine Rolle?.....	67
5.5.2	Gradientenanalyse auf Dauerfläche 3.....	70
5.5.3	Veränderungen auf Artniveau auf Fläche 3	73
5.5.4	Veränderung der Griebser-Flächen	81
6	Diskussion	84
6.1	Bewertung der gewählten Methodik zur Datenerhebung	84
6.2	Bewertung Auswertemethoden	85
6.3	Spielt Beweidung eine Rolle?.....	90
6.3.1	Alle Flächen – Gesamtcharakterisierung	90
6.3.2	Fläche 1 und Fläche 2.....	90
	Ergibt sich durch die unterschiedliche „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren ein Unterschied zwischen Dauerfläche 1 und 2?.....	90
	Was bewirkt die fehlende Beweidung langfristig? Wie verläuft die Sukzession?	91
6.3.3	Fläche 3	92
	Gibt es aufgrund der unterschiedlichen „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren innerhalb der Dauerfläche 3 einen Gradienten?	92
6.3.4	Griebser Flächen	93
	Haben sich die Griebser-Flächen seit 1996 verändert? Spielt die unterschiedliche „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren dabei eine Rolle?.....	93
6.4	Positive Vegetationsentwicklung aufgrund natürlicher Sukzession nach Beendigung der Beweidung?	94
6.4.1	Bewertung im Sinne des Zielsetzungen des Sonderschutzgebietes	94
6.4.2	Bewertung im Sinne des Zielsetzungen von Natura 2000	96
6.5	Schlussfolgerung	98
6.5.1	Ausblick	98
7	Literaturverzeichnis	100
8	Anhang	103
8.1	Vegetationsaufnahmebogen	103
8.2	Frequenzanalyseaufnahmebogen	104
8.3	GPS-Aufnahmebogen	105
8.4	GPS-Koordinaten der Dauerflächen	107
8.5	Karte Piffkar Übersicht	108
8.6	Gesamtartenliste	109
8.7	Rohdaten und sonstige Daten.....	113
	Balkendiagramme „Leitarten“ der Flächen 1 & 2.....	113
	Diagramme „Entwicklung der Beweidungs- und Nichtbeweidungszeiger“	114
	Fläche 1 Histogramme Veränderung auf Artniveau	115
	Fläche 2 Histogramme Veränderung auf Artniveau	117
	Matlab-Skript für Histogramme Veränderung auf Artniveau	119
9	Beilagen	121

1 Kurzfassung

In der Arbeit von HUTTEGGER (2002) wurde ein konkretes vegetationsökologisches Monitoringkonzept für den Nationalpark Hohe Tauern (JUNGMEIER et al., 1998) hinsichtlich Objektivität, Praktikabilität, Anwendbarkeit im alpinen Gelände, Zeit- und Personalaufwand getestet und evaluiert. Aufbauend auf den Verbesserungsvorschlägen von HUTTEGGER (2002), den Erfahrungen der Autorinnen und auf Vergleichsliteratur wurde ein neues Monitoringdesign mit fundiertem statistischem Hintergrund entwickelt. Besondere Schwerpunkte sind hier das Flächendesign, die Verortung sowie die Datenauswertung und -interpretation. Auf Basis dieser optimierten Methode wurden drei neue Dauerflächen im Sonderschutzgebiet Piffkar (Fuscher Tal) installiert. Das Piffkar stellt aufgrund seiner naturräumlichen Gegebenheiten, der Nutzungsgeschichte und dem besonderen Schutzstatus als Sonderschutzgebiet ein ideales Untersuchungsgebiet für Monitoringprojekte dar.

Folgende drei Punkte sind beim Monitoringprojekt Piffkar von Relevanz:

- Einbeziehung von zwei Dauerflächen von GRIEHSER & PFEIFER (1998), wodurch auf Daten aus dem Jahren 1992-96 zurückgegriffen werden konnte.
- Die Beweidung war lange ein prägender Standortfaktor im Sonderschutzgebiet Piffkar, daher wurde als Fragestellung „Positive Vegetationsentwicklung aufgrund natürlicher Sukzession nach Beendigung der Beweidung“ gewählt.
- Weiters konnte der Aspekt „Natura 2000“ durch die Untersuchung des Lebensraumtypen „6170 Alpine und subalpine Kalkrasen“ bzw. „6150 Boreo-Alpines Grasland auf Silikatsubstraten“ des Anhangs I FFH-Richtlinie 92/43/EWG hinsichtlich Erfolgskontrolle der gesetzten Maßnahme (Auflassung der Beweidung) einbezogen werden.

In den Geländesaisonen 2004 bzw. 2005 konnten jeweils folgende Arbeiten durchgeführt werden:

- 14 Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (davon 12 auf den 3 Dauerflächen und 2 auf den Griehser-Flächen)
- Bearbeitung von insgesamt 6 Transekten (2 pro Dauerfläche): Erfassung der Frequenzprozentage aller Arten (Durchführung einer Präsenz-Absenz-Analyse in den Kleinquadraten) in insgesamt 78 Frequenzrahmen (à 0,5 m x 0,5 m, unterteilt in 4 Kleinquadrate mit 25 cm Seitenlänge)

Besonderer Wert wurde auf die Datenauswertung gelegt, die auf die Zielsetzungen bzw. Fragestellungen der einzelnen Dauerflächen sowie auf das Erkennen von Veränderungen abgestimmt ist. Die Datenauswertung kann hierbei in zwei Kategorien unterteilt werden:

- deskriptive Statistik: Klassifikation (Twinspan-Analyse = pflanzensoziologische Auswertung, Clusteranalysen), Ordination (Korrespondenzanalysen)
- Statistik mit signifikanten Ergebnissen: t-Test, χ^2 -Test, Kolmogoroff-Smirnoff-Test

Weiters wurden für die drei neuen Dauerflächen Leitarten definiert. Hierbei handelt es sich um Arten, die aufgrund von bestimmten Hypothesen ausgewählt wurden, um eine spezielle Entwicklung zu beobachten. Durch dieses Hilfsmittel können Veränderungen leichter (geringerer Erhebungsaufwand) und schneller (gezieltere Auswertung) festgestellt werden.

Die adaptierte Methodik ergibt ein klares und übersichtliches Flächendesign, das zugleich besonders für subalpines, alpines Gelände praktikabel ist. Die Transekte, Vegetationsaufnahmen und Frequenzrahmen sind optimal auf die Dauerfläche verteilt und eine repräsentative Beprobung ist gegeben. Die Bearbeitungsflächen sind leicht auffindbar, bearbeitbar, auswertbar und interpretierbar.

Hinsichtlich der Auswertung konnten zahlreiche Methoden von HUTTEGGER (2002) übernommen werden und brachten gute Ergebnisse. Vielfach handelte es sich hierbei um ein exploratives Auswerten (z. B. die Clusteranalyse), bei dem konkrete Hypothesen erst erarbeitet wurden. Es wurden jedoch auch neue Vorschläge zur Auswertung der Frequenzanalysedaten sowie von Veränderungen auf Basis signifikanter Ergebnisse gemacht und evaluiert.

Um die Fragestellung dieser Arbeit „Positive Vegetationsentwicklung aufgrund natürlicher Sukzession nach Beendigung der Beweidung“ beantworten zu können, muss man zwei Aspekte getrennt betrachten:

- Bewertung im Sinne der Zielsetzungen des Sonderschutzgebietes: „jeder Eingriff in die Natur und Landschaft ist mit gewissen Ausnahmen untersagt“
- Bewertung im Sinne der Zielsetzungen von Natura 2000: u.a. „Verschlechterungsverbot“ (Artikel 6 Abs. 2 der FFH-Richtlinie)

Bezogen auf die untersuchten Dauerflächen bedeutet das folgendes:

- Flächen 1 und 2: Die festgestellte Annäherung der aktuellen Vegetation an die potentiell natürliche Vegetation und teilweise auch schon der Rückgang der Beweidungszeiger ist positiv im Sinne des Sonderschutzgebietes zu bewerten. Diese sekundäre Sukzession des jetzt vorhandenen Blaugrassrasens Richtung Zwergstrauchheide bzw. Latschengebüsch ist im Sinne des „Verschlechterungsverbot“ als negativ zu bewerten, da der FFH-Lebensraum „6170 Alpine und subalpine Kalkrasen“ verloren geht.
- Fläche 3 und Griehser-Flächen: Auf diesen Flächen ist die generelle Sukzession der aktuellen Vegetation, verbunden mit einem Artenrückgang, als positive Entwicklung im Sinne des Sonderschutzgebietes zu sehen. Die zu erwartende Sukzession der Flächen Richtung typischer Ausbildung des Elynetums, des Hygro-Caricetum curvulae bzw. Caricetum curvulae kann auch im Sinne von Natura 2000 als positiv bewertet werden, da längerfristig die typische Artenkombination wiederhergestellt werden könnte.

Die gesetzte Maßnahme der Nutzungsaufgabe ist im Sinne der Zielsetzungen von Natura 2000 nur bei der Fläche 3 und den Griehser-Flächen ein Erfolg. Für die Flächen 1 und 2, die unterhalb der natürlichen Waldgrenze liegen, kann folgendes gesagt werden: Hier sollte der Zielsetzung des Sonderschutzgebietes Piffkar im speziellen und der Kernzonen des NPHT im allgemeinen „der Natur weitgehend sich selbst zu überlassen“ der Vorzug gegeben werden. Durch die Nutzungsaufgabe und der damit verbundenen Sukzession sollten diese sekundären Lebensräume zwischen der aktuellen und potentiellen Waldgrenze wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückgeführt werden. Die primären Gebiete der Blaugrassrasen, Zwergstrauchheiden und Latschengebüsche bleiben dem Nationalpark Hohe Tauern und somit Österreich, der alpinen biogeographischen Region und Europa oberhalb der natürlichen Waldgrenze erhalten.

Um diese bisherigen positiven Entwicklungen nicht in Gefahr zu bringen (im Jahr 2004 wurden Anfang August frische Kuhfladen auf der Fläche 1 gefunden!), sollen die Zäune des Sonderschutzgebietes weiterhin von der Salzburger Nationalparkverwaltung jährlich (am besten noch vor dem Auftrieb) kontrolliert und gegebenenfalls repariert werden.

Im Jahr 2010 sollten die Dauerflächen wieder untersucht werden. Weiters sollte eine Dauermarkierung der Flächen mit Magneten erfolgen.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass das ursprüngliche Monitoringkonzept von JUNGMEIER et al. (1998) auch ohne bisherige Umsetzung in zwei Stufen evaluiert und verfeinert wurde (HUTTEGGER, 2002 und diese Arbeit). Diese dienen jeweils der Optimierung des geplanten Monitoring-Projekts im Nationalpark Hohe Tauern. Sollte der Nationalpark Hohe Tauern ein vegetationsökologisches Dauerbeobachtungsprogramm durchführen, muss unbedingt auf die Erkenntnisse dieser zwei Arbeiten zurückgegriffen werden.

2 Einleitung

Primäre Aufgabe jeder Dauerbeobachtung ist es, Veränderungen festzustellen. Die Dynamik von Pflanzenbeständen stellt jedoch eine komplexe Thematik dar. Somit sind das Erkennen und die Interpretation von Unterschieden sowie die Entwicklungsprognose von Vegetationseinheiten in der Praxis schwierig und mit „freiem Auge“ meist nicht durchführbar. Durch das Testen von Hypothesen auf Basis von Wahrscheinlichkeiten kann entschieden werden, ob sich (zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommene) Flächen wirklich unterscheiden. Das Monitoringdesign muss dafür die Voraussetzungen der Inferenzstatistik erfüllen. Daher ist eine Berechnung bzw. Abschätzung des nötigen Stichprobenumfangs, eine zufällige Flächenauswahl und die statistische Analyse der Daten unbedingt erforderlich. Nur mit Hilfe eines fundierten Monitoringdesigns können sowohl statistisch signifikante als auch ökologisch relevante Veränderungen der Naturräume im Nationalpark Hohe Tauern nachgewiesen werden.

2.1 Stand der Forschung

Mittlerweile gibt es viele Definitionen von **Monitoring**, die je nach Land und Sprache – vor allem im englischen und deutschen Sprachraum – in unterschiedlicher Weise verwendet werden. Nach MAAS (2000) ist die Verwirrung um diesen Begriff auf verschiedene Methodologien zurückzuführen, die VegetationsökologInnen in Europa und weltweit vertreten. Die Bezeichnung von TRAXLER (1997: 20) als „die systematische Erfassung zweckmäßiger Parameter in einer Zeitreihe“ scheint insgesamt sehr sinnvoll. Beim *vegetationsökologischen Monitoring* findet eine regelmäßige und systematische Beobachtung der Vegetation mittels Parameter und Methoden der Vegetations-, Populations- und Landschaftsökologie statt (TRAXLER, 1997). Ein vegetationsökologisches Monitoringprogramm muss folgende Punkte erfüllen, wobei Zielsetzung, Methodenauswahl, Datenerfassung und Datenaufbereitung diese unbedingt berücksichtigen sollen (MAAS, 2000):

- Bereitstellung von wissenschaftlich und logisch korrekten Daten durch Anwendung reproduzierbarer Methoden
- Repräsentative Aussagen über den Umweltzustand und mögliche zukünftige Veränderungen
- Vergleich des Umweltzustands zu Projektbeginn und zu späteren Zeitpunkten
- Beschreibung der Einhaltung oder Abweichung von vordefinierten Standards
- Frühzeitige Erkennung der Abweichungen von erwarteten oder erwünschten Entwicklungen
- Hypothesen über mögliche Ursachen und Faktoren für festgestellte Veränderungen
- Bewertung von festgestellten Veränderungen.

Aus all diesen Ausführungen über Monitoring geht hervor, dass im Wesentlichen Veränderungen der Vegetation erkannt werden sollen. Im folgenden Teil wird behandelt, welche Veränderungsmöglichkeiten es bei Pflanzenbeständen überhaupt gibt.

Die Vegetation ist nicht stabil sondern durch ständige Veränderungen gekennzeichnet. Daher ist Dynamik ein wichtiges Merkmal von Pflanzenbeständen. DIERSCHKE (1994: 60) definiert **Vegetationsdynamik** als „zeitliche Veränderung in der Pflanzendecke, beginnend vom Wechsel physiologischer Zustände einzelner Pflanzen bis zum völligen Wandel der Artenzusammensetzung“. In Abhängigkeit von Art, Dauer und Richtung der Veränderung gibt es vier verschiedene Typen der Dynamik von Pflanzenbeständen: phänologische Jahresrhythmik (Periodizität), Vegetationsentwicklung (Sukzession), Vegetationsschwankung (Fluktuation) und Vegetationsgeschichte. BÖHMER (1999: 9) versteht unter *Sukzession* einen „gerichteten Wandel der Artenzusammensetzung an einem bestimmten Ort im Laufe der Zeit“. Diese gerichtete Veränderung zeigt folgende Merkmale:

- kurz- bis langfristiger Zeitraum („in menschlich überschaubaren Zeiten“)
- meist sind mehrere Gesellschaften involviert, die sich nacheinander ablösen
- hervorgerufen durch einmalig spontan auftretende bis langfristig gerichtete Standortsunterschiede sowie durch den Einfluss der Vegetation selbst.

Vegetationsschwankungen sind relativ kurzzeitige – d. h. zwischen zwei bis einigen (etwa zehn) Jahren ablaufende – Veränderungen der Pflanzendecke, die um einen mittleren Zustand pendeln (DIERSCHKE, 1994). Vor allem für stabile Gesellschaften ist die *Fluktuation* um einen Mittelzustand charakteristisch. In der Praxis kann die Unterscheidung zwischen Sukzession und Fluktuation schwierig sein.

Auch der Begriff *Störung* ist einerseits eng mit Vegetationsdynamik verbunden andererseits ein vielfach definierter Terminus. Von mehreren Autoren wird Störung als die Abweichung vom Normalzustand bezeichnet (vgl. BÖHMER, 1999), wobei hier bereits eine negative Wertung mitschwingt. BEGON et al. (1996: 802) fassen Störung allgemeiner, nämlich als „relativ diskretes Ereignis in der Zeit, das Organismen beseitigt oder Gesellschaften spalten kann, indem die Verfügbarkeit von Ressourcen beeinflusst oder die abiotische Umwelt verändert wird“. Die Folge daraus ist Freisetzung von Raum und anderen Ressourcen (z. B. Nährstoffe, Licht, Wasser), die von neuen Individuen (der gleichen oder einer anderen Art) genutzt werden können.

2.2 Problemstellung

In der Arbeit von HUTTEGGER (2002) wurde ein konkretes vegetationsökologisches Monitoringkonzept für den Nationalpark Hohe Tauern (Auswahl der Flächen, Flächendesign, erhobene Parameter, Verortung) hinsichtlich seiner Anwendbarkeit im alpinen Gelände, des Zeitaufwands und des personellen Aufwandes evaluiert. Aufgrund der Ergebnisse wurden Korrektur- und Verbesserungsvorschläge gemacht, um so letztendlich den methodischen Ansatz zu optimieren. Das genannte Konzept für ein vegetationsökologisches Dauerbeobachtungsprogramm mit dem Titel „2100 – Langzeitmonitoring Nationalpark Hohe Tauern“ (JUNGMEIER et al., 1998) wurde vom Institut für Angewandte Ökologie E.C.O. in Klagenfurt entwickelt.

Als wichtigstes Ergebnis konnte festgehalten werden, dass dieses Monitoringkonzept wesentliche Mängel vor allem im Bereich der Datenanalyse und -interpretation aufweist. So entspricht es nicht den Anforderungen der Inferenzstatistik. Nach TRAXLER (1997) sind hier drei Punkte zu beachten: die zufällige Verteilung der Flächen, die statistische Festlegung der Stichprobengröße und die statistische Datenauswertung. Dadurch können die Ziele des Dauerbeobachtungsprogramms – das sind die Erfassung des Zustands und der Entwicklung von Naturräumen sowie die Evaluierung von Maßnahmen im Nationalpark Hohe Tauern – nicht erreicht werden.

Aufbauend auf den Verbesserungsvorschlägen in der Arbeit von HUTTEGGER (2002) soll ein neues Monitoringdesign mit fundiertem statistischem Hintergrund entwickelt werden. Auf Basis dieser optimierten Methode werden Dauerflächen im Sonderschutzgebiet Piffkar (Fuscher Tal) installiert. Besonderer Wert soll auf die statistische Auswertung der Daten gelegt werden.

Folgende drei Punkte sind beim Monitoringprojekt Piffkar von Relevanz:

- Durch die Einbeziehung des Projekts von GRIEHSER & PFEIFER (1998) soll versucht werden, auf einen längeren Zeitraum bezogene Daten zu erhalten.
- Die Beweidung war lange ein prägender Standortfaktor im Sonderschutzgebiet Piffkar, daher soll die Fragestellung „Positive Vegetationsentwicklung aufgrund natürlicher Sukzession nach Beendigung der Beweidung“ bearbeitet werden.
- Weiters soll der Aspekt Natura 2000 einbezogen werden, indem der Lebensraumtyp „6170 Alpine und subalpine Kalkrasen“ bzw. „6150 Boreo-Alpines Grasland auf Silikatsubstraten“ des Anhangs I FFH-Richtlinie 92/43/EWG hinsichtlich Erfolgskontrolle der gesetzten Maßnahme (Auflassung der Beweidung) untersucht wird.

Ziel ist die Adaptierung (u.a. Flächendesign und Auswertemethoden) eines bestehenden Monitoringkonzepts (vgl. HUTTEGGER, 2002) sowie die Integration von bereits bestehenden Dauerflächen (vgl. GRIEHSER & PFEIFER, 1998) an die oben genannte Fragestellung, die Natura 2000 Relevanz besitzt.

3 Untersuchungsgebiet

Die Dauerflächen liegen im **Fuscher Tal**, genauer gesagt im **Sonderschutzgebiet Piffkar** (vgl. Abb. 1 und Abb. 2). Das Fuscher Tal mit einer Länge von circa 20 km ist vor allem durch die Großglockner Hochalpenstraße bekannt. Den markanten Talschluss bildet das Ferleiental. Das Piffkar befindet sich an der orographisch rechten Talseite, und wurde mit einer Fläche von 4,65 km² im Jahr 1989 als Sonderschutzgebiet ausgewiesen. Aufgrund dieses besonderen Schutzes ist in diesem Gebiet jeder Eingriff in die Natur und Landschaft untersagt. Folgende Eingriffe sind - mit gewissen Ausnahmen - verboten (LANDESGESETZBLATT, 1988: § 3):

- a) forstliche Maßnahmen
- b) die Ausübung der Jagd
- c) Abbau und Sammeln von Bodenbestandteilen, Mineralien und Versteinerungen sowie jede sonstige Bodenverletzung
- d) Errichtung und Aufstellung baulicher und anderer Anlagen
- e) Betreten des Sonderschutzgebietes
- f) Verunreinigungen und Beeinträchtigungen des Gebietes durch Lagern, Ablagern oder Wegwerfen von Materialien und Abfällen aller Art
- g) Zelten, Biwakieren und Lagern abseits der Wege und Steige, die Errichtung von Feuerstätten, das Abbrennen von Feuern und das Rauchen
- h) Pflücken und Sammeln von Beeren, Pilzen und sonstigen Pflanzen oder Pflanzenteilen
- i) Beeinträchtigungen und Veränderungen der Vegetation
- j) das Mitführen und Freilaufenlassen von Hunden
- k) jede vermeidbare Lärmerregung
- l) das Reiten
- m) Befahren mit Fahrzeugen und Motorschlitten
- n) die Verwendung von Flugzeugen und Fluggeräten aller Art einschließlich von Hubschraubern, Segelflugzeugen, Modellflugzeugen, Hängegleitern, Gleit- und Fallschirmen in weniger als 5.000 m Seehöhe; dies gilt auch für Übungsflüge des Bundesheeres und der Exekutive
- o) landwirtschaftliche Maßnahmen einschließlich der Almwirtschaft
- p) jede Art des Schisportes, z. B. Tourenschilauf, Schiwandern, Schilanglauf, und der Alpinsportausbildung.

Das Sonderschutzgebiet erstreckt sich etwa zwischen 1800 und 2600 msm, wobei der Baumgartlkopf mit 2623 msm die höchste Erhebung darstellt. Das Piffkar zählt aufgrund der kleinräumig wechselnden geologischen Verhältnisse zu einem der vielfältigsten Naturräume im Nationalpark Hohe Tauern (STÜBER & WINDING, 1996). So ist eine enge Verzahnung zwischen silikatischen (Phyllite, Glimmerschiefer, Quarzschiefer) und karbonatischen Gesteinen (Rauhwacke, Dolomit, Kalkmarmor) gegeben (STEMMER & PEER, 1996). Dementsprechend ist auch die Vegetation sehr abwechslungsreich: von Lärchen-Zirben-Wäldern über Latschengebüsch- und Zwergstrauchbeständen bis hin zu alpinen Rasen auf Karbonat- und Silikatgestein sowie Schneetälchen- und Windkantengesellschaften und Schuttfluren ist alles zu finden. Zusätzlich wurden die Pflanzengesellschaften durch die Beweidung überprägt oder gänzlich durch Weidegesellschaften wie dem *Deschampsia cespitosae*-*Poetum alpinae* Heiselmayer in Ellmauer et Mucina 1993 ersetzt (GRIEHSER & PFEIFER, 1998).

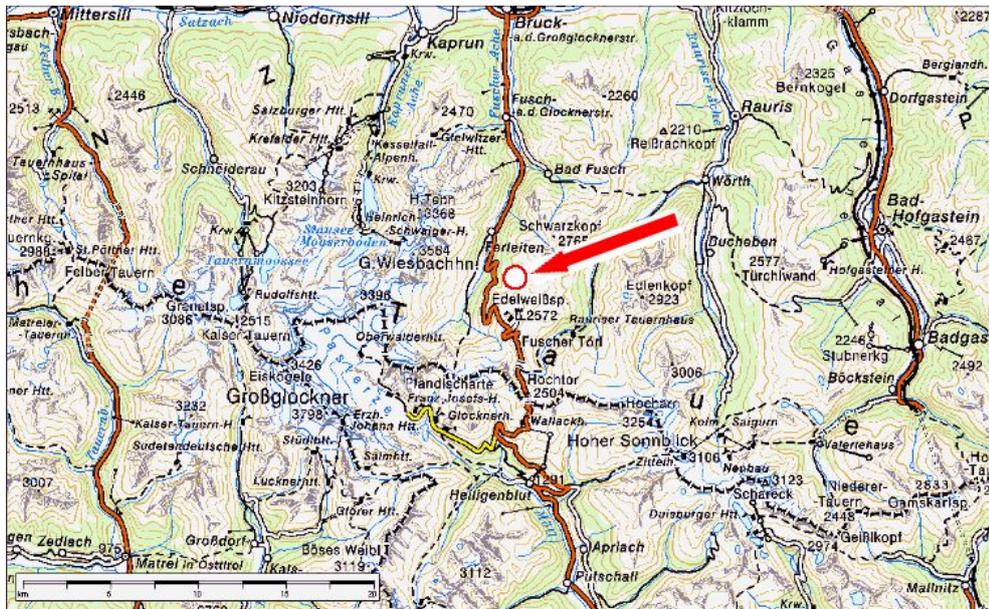


Abb. 1: Lage des Piffkars - roter Pfeil bzw. Kreis (Datenquelle: SAGIS, <http://www.salzburg.gv.at/sagis>)

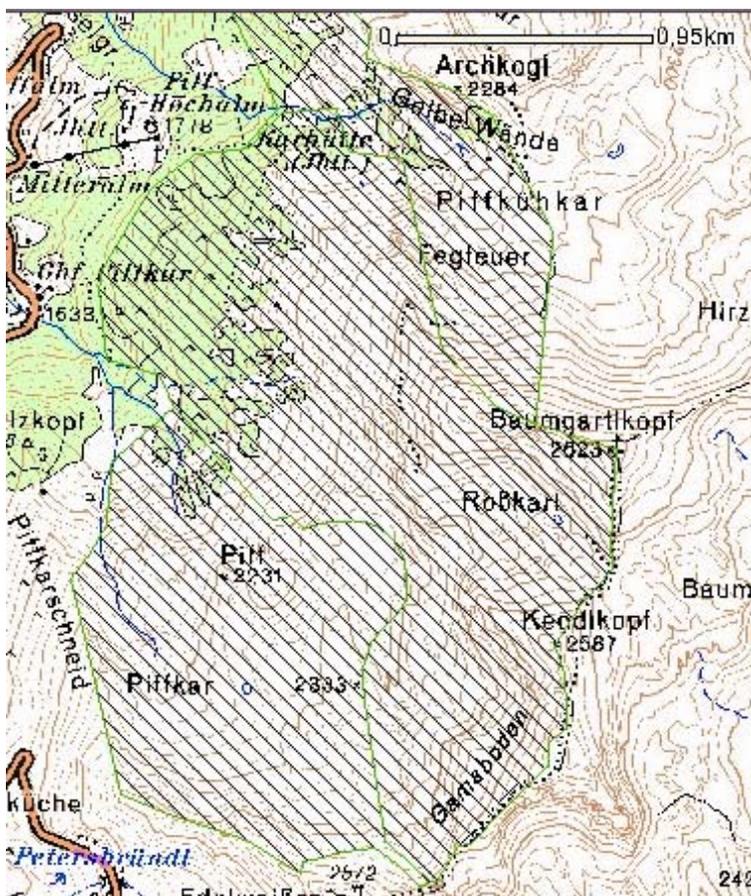


Abb. 2: Die Grenzen des SSG Piffkar (Datenquelle: SAGIS, <http://www.salzburg.gv.at/sagis>)

Mit der Unterschutzstellung wurden Teilflächen des Piffkars außer Nutzung genommen, d. h. es wurde die Beweidung eingestellt. Seit diesem Zeitpunkt wurden zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt:

- *Vegetation* (GRIEHSER & PFEIFER, 1998)
- *Fauna*: Heuschrecken (ILICH, 1993), Kleinsäuger (SLOTTA-BACHMAYR et al., 1998), Vögel (WERNER et al., 1999), Hummeln (NEUMAYER, 1999), Murmeltiere (HÜTTMEIR, 1997-1999.)
- *Boden*: Bodenformen (PEER, 1993), Nährstoffhaushalt (STEMMER & PEER, 1996)

3.1 Vegetationsökologisches Monitoring 1992 bis 1996 im Piffkar

Das vorliegende Projekt bezieht auch zwei Dauerflächen von GRIEHSER & PFEIFER (1998) ein, daher soll jene Untersuchung an dieser Stelle genauer beschrieben werden. Dieses Vegetationsökologische Monitoring mit dem Titel „Botanische Dauerbeobachtung im Sonderschutzgebiet Piffkar (Glockner-Gruppe)“ wurde im Zeitraum vom 1992 bis 1996 durchgeführt. Folgende Fragestellungen sollten beantwortet werden: „Welche Veränderungen zeigen Weidegesellschaften bzw. durch die Beweidung überprägte Pflanzengesellschaften der Subalpin- und Alpinstufe in den ersten Jahren nach Einstellung der Beweidung in Bezug auf Artengarnitur, Vegetationsdeckung, Vegetationsstruktur und oberirdische Phytomasseverteilung“ (GRIEHSER & PFEIFER, 1998). Folgende Flächen wurde installiert und untersucht:

- 18 Dauerflächen in der Größe von 20 m² (9 Paare, je eine beweidete und unbeweidete)
- auf 7 Dauerflächenpaaren Detailanalysen entlang von zwei Transekten (jeweils die Diagonalen der Fläche, Länge 5 m) in je 13 Teilflächen (20 cm x 20 cm)

In der zweiten Julihälfte der Jahre 1992 bis 1996 wurden jährlich folgende Arbeiten durchgeführt:

- Dokumentation Veränderung Artengarnitur: pflanzensoziologische Aufnahme nach Braun-Blanquet (DIERSCHKE, 1994) unter Verwendung der Skala nach Braun-Blanquet 1928 auf den 18 Dauerflächen
- Dokumentation Veränderung Vegetationsdeckung: pflanzensoziologische Aufnahme auf den 18 Dauerflächen und pflanzensoziologische Aufnahme unter Verwendung der Van der Maarel Skala 1979 (vgl. TRAXLER, 1997) auf jeweils 13 Teilflächen der 7 Dauerflächenpaare
- Dokumentation Veränderung Vegetationsstruktur: Punktfrequenzmethode an 30 zufällig gewählten Messpunkten
- Dokumentation Veränderung oberirdische Phytomasse: Erntemethode in 2 Dauerflächenpaaren (u.a. auch 10 und 10a), je 20 Kreisflächen mit einem Durchmesser von 10 cm abgeerntet.

Bei den pflanzensoziologischen Aufnahmen nach Braun-Blanquet wurden Zeigerwertanalysen und multivariate Auswertungen (Kanonische Korrespondenzanalyse mit Hilfe der Zeigerwerte) durchgeführt. Bei den Teilflächenaufnahmen erfolgten Analysen der Lebensformenspektren. Die Veränderungen der Lebensformenspektren und die Veränderungen der mittleren gewichteten Zeigerwerte wurden mittels t-Test (paarige, abhängige Stichproben) auf Signifikanz geprüft. Bei den Strukturanalysen (Punktfrequenzmethode und oberirdische Phytomasseverteilung) fand leider keine Auswertung statt.

Bei den in unserem Projekt verwendeten Griehser-Flächen des *Deschampsio cespitosae*-*Poetum alpinae* Heiselmayer in Ellmauer et Mucina 1993 (10 und 10a) sind im Endbericht (GRIEHSER & PFEIFER, 1998) leider nur die Ergebnisse der Kanonische Korrespondenzanalyse angeführt. So nehmen bei beiden Flächen von 1992 bis 1996 die mittlere Lichtzahl zu (Anstieg der relativen Beleuchtungsstärke im Bestand) und die Nährstoffe ab. Bei der unbeweideten Griehser-Fläche (10a) ist dieser Nährstoffrückgang deutlicher. Eine Diskussion dieser Ergebnisse fehlt.

3.2 Beweidungsgeschichte Piffkar

PEER (1993) bezeichnet das Piffkar als traditionelles Almgebiet mit deutlichen landschaftsökologischen Auswirkungen, wobei besonders auf der leicht verwitterbaren Rauhwacke tiefe Gräben sowie an steilen Hängen Plaiken durch Viehgangln verursacht werden.

Eine gute Zusammenfassung zur Beweidung des Piffkars geben GRIEHSER & PFEIFER (1998): „Das Sonderschutzgebiet stellt ein schon seit Jahrhunderten weide- und forstwirtschaftlich genutztes Gebiet dar. Die Piffalm mit 632 ha schließt eine Grundalm, Mitteralm (heute direkt an der Glocknerstraße gelegen), eine Hochalm, das Kühkar und das Hochkar (Piffkare) ein. Im Sonderschutzgebiet liegen davon nur das Hochkar und ein Teil des Kühkares. 114 ha der Gesamtfläche sind für die Almwirtschaft unproduktive Fläche. Mit der Erklärung zum Sonderschutzgebiet im Dezember 1989 wurde in Teilbereichen des Hoch- und Kühkares die Beweidung eingestellt. Seither stehen 200 ha weniger Futterfläche zur Verfügung. Dies führte zu einer Verringerung der Auftriebszahl um 30 Stück Jungvieh. 1992 wurde auch das Oberstattkar als

Weidefläche nicht mehr angepachtet, wodurch die Auftriebszahl um weitere 30 Stück reduziert wurde“.

Die auf Seite 10 bereits erwähnten verbotenen Eingriffe sind nicht alle gleich mit Verordnung des Sonderschutzgebietes im Jahre 1989 in Kraft getreten. So wurde das Sonderschutzgebiet in drei Zonen (A, B und C) geteilt (vgl. Kapitel 8.4 Karte Piffkar Übersicht, Zonen 1990 bis 1998), wobei das Betreten des Sonderschutzgebietes, die Ausübung der Almwirtschaft und des Schisports in den mit A und C bezeichneten Teilen noch bis zum 31. Dezember 1998 zulässig war (LANDESGESETZBLATT, 1988: § 7). Im Sommer 1990 wurde durch die Errichtung eines Zaunes quer durch das Sonderschutzgebiet – von der Edelweißspitze entlang des Troiweges in ca. 2100 msm – ca. 2/5 der Fläche der Beweidung entzogen (STEMMER & PEER, 1993). Dieser Zaunverlauf entspricht nicht genau der verordneten Grenze zwischen Zone B und C, sondern war in Bereich Zirmleite, Unteres Kar und Langereitboden abweichend (vgl. Kapitel 8.4 Karte Piffkar Übersicht, Weidezaun Langereitboden und Zirmleite). Dieser abgeänderte Verlauf ist auch bei SLOTTA-BACHMAYR et al. (1998: 189) zu erkennen. Auch wurde durch Dr. Inge Illich bestätigt, dass der Wanderweg im Bereich Zirmleite und Unteres Kar die Beweidungsgrenze war. Weiters zeigte mir Dr. Illich bei einer gemeinsamen Begehung einen Pflock des ehemaligen Weidezauns (vgl. Abb. 21). Die Zonierung, der Verlauf des Zaunes und des Troiweges sowie die genannten Flurnamen sind der Karte Piffkar Übersicht im Kapitel 8.4 zu entnehmen.

Seit 1998 sind alle Bestimmungen des Sonderschutzgebietes in Kraft, womit eine eingeschränkte Nutzung verbunden ist (LANDWIRTSCHAFTLICHE FACHSCHULE BRUCK, 2006). Diese eingeschränkte Nutzung bezieht sich darauf, dass die Beweidung durch **Pferde und Rinder** auch in den Zonen A und C ab diesem Zeitpunkt endgültig eingestellt wurde. Laut § 3 der Sonderschutzgebietsverordnung Piffkar (LANDESGESETZBLATT, 1988) ist z. B. der Durchtrieb von Weidevieh der Landes-Landwirtschaftsschule Bruck durch das Piffkühkar auf das Oberstattkar gestattet. Eine extensive Schafbeweidung findet weiterhin statt. Weiters ist eine natürliche Äsung durch das Wild gegeben. Der Flurname Gamsboden, ein Kar im Norden der Edelweißspitze, gibt einen Hinweis darauf.

Der Name „Piff“ stammt vom sogenannten Piffgut in der Gemeinde Bruck an der Glocknerstraße, das bis Anfang des 20. Jahrhunderts in privatem Besitz war. Seit 1924 ist es im Eigentum des Landes Salzburg und schließt den landwirtschaftlichen Betrieb, die Landwirtschaftliche Fachschule sowie die Piffalm ein. Die Piffalm wird auf der Homepage der Landwirtschaftliche Fachschule Bruck folgendermaßen charakterisiert (LANDWIRTSCHAFTLICHE FACHSCHULE BRUCK, 2006):

- Seehöhe: 1.200 bis 2.620 msm
- Nutzflächen: insgesamt 633,2 ha, davon 37 ha Wald und 480 ha Weidefläche
- Weidetiere: 32 Milchkühe, 1 Zuchtstier, 30 Jungrinder und Kälber (nahezu reinrassige Pinzgauer Herde), seit 1993 14 Mutterschafe (Bergschaf) mit Widder (Texel) sowie seit 1994 2 Noriker-Zuchtstuten.
- Weidezeit: im Durchschnitt von 10.6. bis 10.9. für Kühe, vom 10.6. bis 25.9. Jungvieh, Pferde und Schafe. Den Sommer über sind alle Tiere auf der Alm. Auf Grund der großen Weidefläche wurden früher ca. 100 Stück Fremdvieh aufgenommen, was seit der Ausweitung des Sonderschutzgebietes im Jahre 1998 nicht mehr möglich ist.
- Milchverwertung: Frischmilch an die Pinzgauer Molkerei ca. 30.000 kg Milch
- Jagd: Bis zum Inkrafttreten der Sonderschutzgebietverordnung (1989) wurde das Jagdgebiet der Piffalm verpachtet, seither ist die Jagd im Schutzgebiet untersagt. Lediglich kontrollierende Reduktions- und Hegeabschüsse für Schalenwild sind nötig.



Abb. 3: Aktuelle Beweidung der Piffalm außerhalb des Sonderschutzgebietes Piffkar (orig.)

3.3 Eignung des Piffkars für Monitoringzwecke

Aufgrund seiner naturräumlichen Gegebenheiten, der Nutzungsgeschichte und dem besonderen Schutzstatus als Sonderschutzgebiet stellt das Piffkar ein ideales Untersuchungsgebiet für Monitoringprojekte dar. Vegetationseinheiten mit geringer Nutzung und Dynamik wie alpine Rasen und Wälder eignen sich als Nullreferenzflächen für stärker beeinflusste Gebiete. Auch unbeweidete Flächen wie Hochstaudenfluren, Latschen- und Grünerlengebüsche oder Zwergstrauchgesellschaften können als Vergleichsflächen herangezogen werden. Sie weisen zwar eine höhere Dynamik auf, die jedoch natürlich und nicht menschlich bedingt ist. Im Gegensatz dazu dienen die Weiderasen und Lägerfluren als Zeiger für die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung.

Laut ILLICH (1993) bietet das Piffkar ideale Voraussetzungen, um Informationen über langfristige dynamische Vorgänge wie Sukzessionen in alpinen Ökosystemen nach Brachlegung zu erarbeiten. Das Sonderschutzgebiet wurde mit dem Ziel eingerichtet, jegliche menschliche Nutzung einzustellen und das Ökosystem einer natürlichen Entwicklung zu überlassen. Dies ermöglicht Untersuchungen über die Auswirkungen der Außernutzungsstellung sowie über die natürlichen Schwankungen eines alpinen Ökosystems (SLOTTA-BACHMAYR et al., 1998).

4 Material & Methoden

4.1 Auswahl der Dauerflächen

Eine grobe Orientierung konnte mit Hilfe der Österreichischen Karte und Farbornthophotos aus Befliegungen in den Jahren 1998 und 2003 (Datenquellen: TAGIS, Nationalparkrat Hohe Tauern, Salzburger Geographisches Informationssystem, BEV) im GIS erfolgen. Eine erste Geländebesichtigung fand Anfang August 2003 statt. Die Begehung am 8. Juli 2004 mit Dr. Inge Illich (Museum Haus der Natur, Salzburg) war äußerst hilfreich. Folgende Punkte konnten somit direkt im Gelände erfahren werden:

- kurze und praktikable Wege ins und im Piffkar (v.a. bei aufkommendem Schlechtwetter wichtig)
- Auffinden von ehemaligen „Griehser-Flächen“ im Bereich Zirmleite, Langereitboden, Roßkarl
- Erklärung wo sich die Grenzverläufe der ehemaligen Beweidung-Nichtbeweidung befunden haben

Weiters wurde eine Vorauswahl für die drei neuen Dauerflächen getroffen. Die endgültige Lage dieser Dauerflächen wurde beim Einmessen festgelegt (subjektive Auswahl). Folgende Kriterien mussten erfüllt werden:

- Rasengesellschaft als derzeitige Vegetationseinheit
- Grenze der ehemaligen Beweidung-Nichtbeweidung in der Nähe oder direkt in der Dauerfläche
- Gradient in der Dauerfläche: unterschiedliche Bewirtschaftung auf der Dauerfläche (vgl. vorheriger Punkt) oder beginnende Sukzession durch Verbuschung mit Zwergsträuchern bzw. Latschen

Ursprünglich war eine Begehung mit Mag. Barbara Griehser Ende Juli 2004 geplant. Diese Begehung konnte leider nicht stattfinden. Eine Vergleichbarkeit der Daten zwischen verschiedenen Untersuchungsjahren ist nur dann gegeben, wenn die Flächen exakt wiedergefunden werden (HUTTEGGER, 2002). Letztendlich konnten zwei Griehser-Flächen im Langereitboden (10, 10a) genau lokalsiert und damit auch erhoben werden. Im Bereich der Zirmleite (in der Nähe der Dauerfläche 2) wurden zwar mehrere Holzpflocke gefunden, diese ergaben jedoch keine zusammenhängende Vegetationsaufnahme von ca. 20 m² (vgl. GRIEHSER & PFEIFER, 1998). Für einen grundsätzlichen Vergleich der Daten 1992-1996 mit denen aus dem Jahren 2004 und 2005 (Fragestellung: Gibt es eine Veränderung? Was hat sich verändert?) reichen diese zwei Flächen aus. Bei den Flächen 10 und 10a wurde auch eine direkte Vergleichbarkeit aufgrund ähnlicher Bodenbedingungen von STEMMER & PEER (1996) bestätigt.

Tab. 1: Die im Piffkar zu untersuchenden Pflanzengesellschaften (mit Angabe der Aufnahmeummern der von B. Griehser bearbeiteten Flächen)

Lateinischer Name	Deutsche Bezeichnung	unbeweidet seit	
		1990	1999
Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae Heiselmayer in Ellmauer et Mucina 1993 (ELLMAUER & MUCINA, 1993: 377)	(Rasenschmielen- Alpenrispenflur)	10a	10
Seslerio-Caricetum sempervirentis Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 (GRABHERR et al., 1993: 415)	Blaugras- Horstseggenhalde	4a, 6a	4,6

4.2 Flächendesign

Das Untersuchungsdesign ist für die räumliche und inhaltliche Reichweite der Ergebnisse verantwortlich (TRAXLER, 1997). Tab. 2 gibt einen Überblick des beim Monitoringprojekt Piffkar verwendeten Designs (Design neu) im Vergleich zu demjenigen bei HUTTEGGER (2002) (Design alt) sowie Begründungen für die gewählten Änderungen. Das neue Design ist bei allen Dauerflächen gleich ist (Flächendesign alt: unterschiedlich bei allen Dauerflächen).

Laut TRAXLER (1997) können **Transekte** unabhängig von Gradientenanalysen auch als **systematisches Erfassungsdesign** verwendet werden. So wurden beispielsweise für die Untersuchung einer Windwurffläche zwei Transekte so positioniert, dass sie im rechten Winkel aufeinander stehen und sich im jeweiligen Mittelpunkt kreuzförmig treffen. Durch diesen kreuzartigen Verlauf sollen bewusst jene Umweltgradienten ausgeglichen werden, die in eine Richtung laufen. Bei KIRCHMEIR & JUNGMEIER (1999) wurde das Totholz in einer 20 m x 20 m großen Probefläche auf einem 2 m breiten Transekt, dessen Mittellinie die Diagonale der Probefläche ist, erfasst. Bei diesem Projekt sollten die Transekte vor allem bei den Dauerflächen 1 und 2 nicht primär einen Gradienten untersuchen, sondern sind aufgrund der Sampling-Strategie derart gelegt worden. Sie sollen darauf abzielen, die jeweilige Dauerfläche systematisch und mit hohem Stichprobenumfang repräsentativ zu analysieren.

Aus wissenschaftlicher Sicht wäre eine zufällige Auswahl (jeder Punkt hat die gleiche Chance gewählt zu werden) der Flächen ideal, weil nur dadurch die Verwendung der Inferenzstatistik gegeben ist. Eine komplett zufällige Auswahl ist nicht immer vorteilhaft und aus praktischen Gründen oft auch nicht möglich (KENT & COKER, 1992). So wurden die drei **Dauerflächen subjektiv ausgewählt**, weil sie gewisse Voraussetzungen erfüllen müssen (vgl. 4.1 Auswahl der Dauerflächen, Seite 15).

Die systematische Flächenauswahl bedingt die Positionierung von Probeflächen in regelmäßigen oder systematischen Intervallen (KENT & COKER, 1992). Die **systematische Probenahme** - wie bei den Transekten, Vegetationsaufnahmen und Frequenzrahmen angewendet – ist gemäß TRAXLER (1997) nicht so anfällig gegen Vegetationsklumpungen, wie die zufällige Probennahme. Die Probeflächen sind besser verteilt (ELZINGA et al., 2001).

Nach MAAS (1997) ist die **systematische Platzierung von Frequenzrahmen** entlang eines Transektes günstig, wenn die gleiche Fläche wiederholt aufgenommen werden soll. Auf diese Weise wird das Wiederfinden der Rahmenpositionen im Gelände erleichtert. Durch die **zufällige Wahl des Startpunktes** des ersten Rahmens sind auf das gesamte Transekt gesehen die gleichen Analysemöglichkeiten wie bei einer zufälligen Auswahl gegeben (ELZINGA et al., 2001). Es erfolgte eine zufällige Auswahl zwischen 1., 2. oder 3. Rahmen beim 1. Transekt von Dauerfläche 1, die dann aus Gründen eines einheitlichen Designs und der Praktikabilität für alle weiteren Transekte aller Flächen übernommen wurde. Unter der Voraussetzung das ein gutes Design zugrunde liegt, meinen ELZINGA et al. (2001), dass systematisch ausgewählte Subplots auf die gleiche Weise analysiert werden können wie zufällige. Daher können auch schließende statistische Analysen erfolgen.

Zu beachten ist noch die Flächengröße der Frequenzrahmen mit je 0,25 m². Bei Arten mit geklumpeter Verteilung, was dem Verteilungsmuster der meisten Pflanzenarten entspricht, kann es durch diese geringe Flächengröße passieren, dass diese Art gar nicht erfasst wird (vgl. TREMP, 2005). Daher liefen die Vegetationsaufnahmen, die die Anforderungen des **Minimumareals** erfüllen, eine vollständigere Übersicht über die Artengarnitur der Dauerfläche.

Abb. 4 und Abb. 5 geben einen graphischen Überblick über die Flächendesigns alt und neu.

Tab. 2: Vergleich Flächendesign alt (vgl. HUTTEGGER, 2002) und neu (Monitoringprojekt Piffkar)

Parameter	Design alt	Design neu	Begründung der Änderung
Dauerflächen			
Positionierung	subjektiv, wenn Hanglage dann hangparallel		
Größe	40 m x 40 m	20 m x 20 m	leichtere Handhabbarkeit, ausreichend für Rasengesellschaften
Transekte			
Anzahl	3	2	
Positionierung	subjektiv, vertikal und horizontal	systematisch entlang der Diagonalen	bessere Erfassung des/der Gradienten (ungewisse Sukzessionsrichtung), leichteres Wiederfinden der Transekte und der Frequenzrahmen
Größe	40 m x 1 m	28,28 m x 0,5 m	aufgrund der unterschiedlichen Dauerflächengröße und Positionierung der Transekte
Vegetationsaufnahmen			
Anzahl	3	4	klareres Design
Positionierung	subjektiv	systematisch, zwischen den Transekten (Diagonalen)	klareres Design, optimale „Abdeckung“ der Dauerfläche
Größe	je nach Vegetationseinheit (zwischen 5 m x 5 m bis 20 m x 20 m)	5 m x 5 m	es werden nur Flächen mit Krautschicht (oder mit gering entwickelter Strauchschicht) erfasst, Minimumareal
Frequenzrahmen			
Anzahl	5 (von 40) pro Transekt	13 (von 40) pro Transekt	größerer Stichprobenumfang
Positionierung	zufällig und systematisch (jeder 8. Rahmen)	systematische Positionierung mit zufälligem Start siehe Text	leichteres Wiederfinden, einheitliche Auswertbarkeit, keine Überschneidung mit Vegetationsaufnahmen
Position bei neuem Untersuchungsdurchlauf	permanent und nicht permanent	permanent	einheitliche Auswertbarkeit (zeitlich abhängige Stichproben), benötigter Stichprobenumfang bei permanent geringer (ELZINGA et al., 2001)
Größe	1 m x 1 m	0,5 m x 0,5 m	leichtere Handhabbarkeit, schnellere Bearbeitung, ähnliche Aussagekraft
Größe Kleinquadrate	0,25 m x 0,25 m	0,25 m x 0,25 m	
Anzahl Kleinquadrate	16	4	aufgrund der unterschiedlichen Größe der Frequenzrahmen

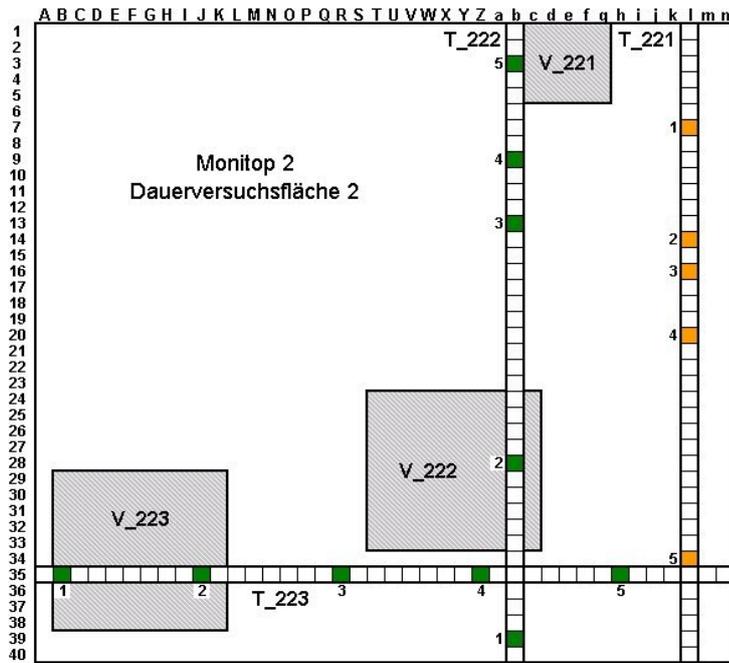


Abb. 4: Flächendesign alt am Beispiel einer konkreten Dauerversuchsfläche (vgl. HUTTEGGER, 2002)

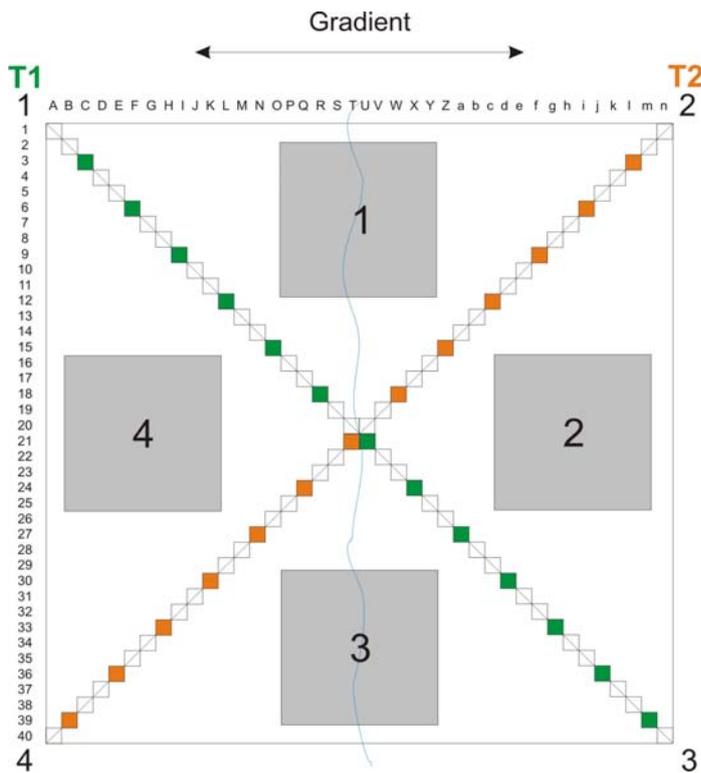


Abb. 5: Flächendesign neu, einheitlich bei allen drei neuen Dauerflächen gleich (orig.)

4.2.1 Stichprobenumfang

Die Abschätzung des benötigten Stichprobenumfangs n ist wichtig für die Inferenzstatistik, also wenn von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit – die gesamte Dauerfläche – geschlossen werden soll. Werden z. B. die mittleren Artenzahlen an Beweidungszeigern zweier Dauerflächen miteinander verglichen, bräuchte man unbedingt Vertrauensintervalle CI (Confidence Interval), die die Mittelwerte statistisch absichern. Diese wiederum sind in ihrer Breite vom Stichprobenumfang n abhängig. Eine für jeden Parameter spezifische Berechnung von n wäre die optimale

Vorgangsweise. Dafür wären jedoch für jedes Parameter zusätzliche Vorstudien zur Erhebung der Streuung der Einzelwerte (Standardabweichung) nötig.

Daher kann man auch generelle Aussagen zur Mindestanzahl machen (PALZENBERGER, 1998): $n < 10$ ist kritisch, d. h. die meisten Schätzungen werden zu unsicher. Wenn $n \approx 30$, dann ist der Mittelwert der Stichprobe meist normalverteilt, auch wenn es die Einzelwerte der Grundgesamtheit nicht sind (normalverteilte Daten sind aber wiederum Voraussetzung für viele Berechnungen). Bei dem verwendeten Flächendesign ist der Stichprobenumfang beider Transekte $n_{T1+T2} = 26$, für getrennte Berechnungen $n_{T1} = n_{T2} = 13$.

In der vorliegenden Studie wurde als Mittelwertsvergleich jedoch das Verfahren des t-Tests herangezogen. Auch für t-Tests gilt die allgemeine statistische Regel: je größer der Stichprobenumfang, desto besser ist die Aussagekraft der Stichprobe (die Irrtumswahrscheinlichkeiten, dass die Hypothese verworfen wird, obwohl sie dennoch stimmt bzw. dass die Hypothese beibehalten wird, obwohl sie nicht zutrifft, sind geringer). Bei der t-Statistik wird der Stichprobenumfang hingegen schon bei der Berechnung miteinbezogen und sollte $n \geq 10$ betragen, sonst ist ein parameterfreier Test durchzuführen (BERNROIDER, 1998). Da bei ökologischen Untersuchungen die Verteilungsformen meist unbekannt sind, werden häufig parameterfreie (verteilungsunabhängige) Testverfahren angewandt. Bei diesen ist es egal, ob der Stichprobenumfang klein ist (GLAVAC, 1996).

Der gewählte Stichprobenumfang von $n = 13$ pro Transekt (also $n_{T1+T2} = 26$) ist somit das Resultat zur Erfüllung der Mindestanzahl, der Praktikabilität in der Bearbeitung sowie der Unabhängigkeit der einzelnen Proben. Denn die Abstände zwischen den Frequenzrahmen durften auch nicht zu gering ausfallen, um eine räumliche Autokorrelation der Proben zu verhindern (Beachtung der Ausbreitungsstrategien von Pflanzen mit klonalem Wachstum – besonders des Phalanx-Typus). Infolge der systematischen Verteilung entlang der Transekte wurde somit jeder 3. Rahmen gewählt. Eine Vergleichsuntersuchung nach TREMP (2005) zeigte, dass bei 3facher Distanz der Frequenzrahmen entlang eines Transekts eine stärkere zufällige Variabilität der Datensätze gegeben war als bei einfacher Distanz, bei der jeder nebeneinander liegende Rahmen untersucht wurde.

4.3 Einmessen der Flächen und Verortung

Die Verortung von Dauerflächen ist ein wesentlicher Bestandteil zu Beginn jedes Monitoringprojekts. Nur durch eine mehrfache Verortung können Flächen punktgenau wiedergefunden werden (HUTTEGGER, 2002).

Das Einmessen bzw. die Verortung der drei neuen Dauerflächen sowie der Griehser-Flächen wurde am 23. bzw. 30. Juli 2004 durchgeführt. Da sich die bei HUTTEGGER (2002) gewählte Einmessmethodik nicht bewährt hat, wurde für das Monitoringprojekt Piffkar eine neue Methodik entwickelt. Laut ELZINGA et al. (2001) sind Begrenzungsschnüre aus Stahl am genauesten (langlebig, haltbar, so gut wie nicht dehnbar) und vor allem für permanente Transekte geeignet, wo die Positionierung exakt an der gleichen Stelle sehr wichtig ist. Als Nachteile werden der hohe Preis, das beträchtliche Gewicht und die schwierige Handhabung angeführt. Diese Nachteile werden zugunsten der Genauigkeit in Kauf genommen und für die Begrenzungsschnüre ein 0,2 mm dickes Stahldrahtseil verwendet. Aus diesem Stahldrahtseil wurde mit Hilfe eines Maßbandes die gesamte 20 m x 20 m große Dauerfläche (Seitenlängen und Diagonalen) exakt ausgemessen und folgendermaßen konstruiert:

1. Ausmessen eines zusammenhängenden rechtwinkligen Dreiecks: Katheten 20 m, Hypotenuse 28,28 m (vgl. Abb. 6)
2. Markierung der Position der Eckpunkte mit einem roten, permanenten Folienstift und Fixierung mit jeweils einer Seilklemme
3. Ausmessen der zwei anderen Katheten (auch jeweils 20 m), die mit der bestehenden Hypotenuse ein zweites rechtwinkeliges Dreieck und mit dem ersten rechtwinkligen Dreieck insgesamt ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 20 m x 20 m ergeben.
4. Ausmessen der zweiten Diagonale (Länge 28,28 m) des Quadrats



Abb. 6: Einmessen der Dauerfläche 2, Aufspannen des rechtwinkligen Dreiecks (orig.)

Wenn alle Seitenlängen und Diagonalen dieses Quadrats ausgehend von den vier Eckpunkten straff gespannt werden, erhält man auch im Gelände ein Quadrat (und kein Rechteck, Trapez oder Parallelogramm). Dabei müssen sich die zwei Diagonalen in ihren jeweiligen Mittelpunkten (Markierung bei 14,14 m mit einem roten, permanenten Foliestift) treffen. Mit Hilfe dieser Diagonalprobe kann überprüft werden, ob die Dauerfläche richtig eingemessen bzw. bei einem weiteren Untersuchungsdurchlauf richtig aufgebaut wurde.

Im Piffkar wurden drei Dauerflächen wie oben angeführt aufgebaut. Bei den vier Eckpunkten sowie dem Mittelpunkt jeder Dauerfläche (dort wo sich die Diagonalen kreuzen) wurde jeweils ein ca. 50 cm langer Lärchenrundholzpflock eingeschlagen. Mit Hilfe einer Eisenstange und einem Schlägel wurde ein Loch vorgebohrt und dann mit dem Schlägel der Pflock fest in den in den Untergrund einschlagen, so dass etwa 15 bis 20 cm noch herausausstehen (vgl. Abb. 7 und Abb. 8). Die Verbindung zwischen Eckpunktpflock und Seilklemme des Stahldrahtseils wurde über einen mit Spagat verstärkten Fahrradschlauch und einen Karabiner hergestellt. Zum Auf- und Abbau der Begrenzungsschnüre wurde eine Kabelrolle verwendet (vgl. Abb. 9). Im Gelände müssen für das Einmessen mindestens 3 idealerweise 4 Personen vorhanden sein (vgl. Abb. 6). Sind die Pflöcke fix positioniert - das gilt v.a. bei einem neuen Untersuchungsdurchlauf – reichen 2 Personen für den Auf- bzw. Abbau der Begrenzungsschnüre aus (vgl. Abb. 9). Wichtig ist, dass die Eckpunktpflöcke nicht die Eckpunkte des Flächendesigns darstellen, sondern die Seilklemmen die eigentlichen Eckpunkte der Dauerflächen sind. Die Eckpunktpflöcke befinden sich einige Zentimeter außerhalb der Dauerfläche, da sie zum Aufspannen und Fixieren des Stahldrahtseiles benötigt werden (vgl. Abb. 10).



Abb. 7: Einschlagen eines Pflocks (Dauerfläche 2) mit Hilfe einer Eisenstange (orig.)



Abb. 8: Eckpunktpflock (Dauerfläche 2) mit gespannten Begrenzungsschnüren (orig.)



Abb. 9: Abbau der Begrenzungsschnüre mit Hilfe einer Kabelrolle, Beschreibung der Dauerfläche 3 (orig.)

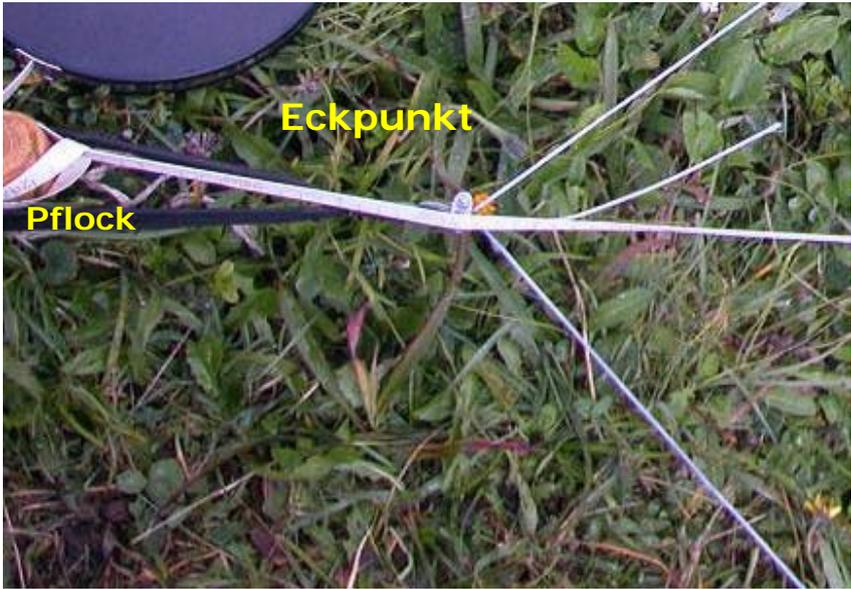


Abb. 10: Eckpunktpflock und Eckpunkt = Seilklemme einer Dauerflächen (orig.)

Ein wesentlicher Punkt für das Wiederauffinden von Dauerflächen ist deren verbale Beschreibung (HUTTEGGER, 2002). So wurde bei den drei neuen Dauerflächen und den Griehser-Flächen die Lage, deren Begrenzung in alle Himmelsrichtungen (Excel-Tabelle) sowie die Position auf dem Orthophoto genau vermerkt. Mit Hilfe einer Digitalkamera wurden von den Dauerflächen und Griehser-Flächen Übersichts- und Detailbilder (später mit eindeutigen Dateinamen versehen) gemacht. Die Eckpunkte der Dauerflächen wurden im Uhrzeigersinn von 1 bis 4 (gilt auch für die Griehser-Flächen), der Mittelpunkt mit 5 nummeriert. Jeder Punkt weist somit eine eindeutige Identifikationsnummer auf, die sich aus Flächen- und der jeweiligen Punktnummer zusammensetzt. Alle Eck- bzw. Mittelpunkte der Dauerflächen und der Griehser-Flächen wurden mit einem Garmin-GPS-Gerät (Garmin eTrex summit 12 Kanal GPS-Empfänger, Genauigkeit schwankte zwischen 5 und 9 Meter, Bezugssystem Bundesmeldenetz Meridian 31) eingemessen (Aufnahmeformulare vgl. Kapitel 8.3, GPS-Koordinaten der Dauerflächen vgl. Kapitel 8.4). Aufgrund der verbalen Beschreibungen und den Kenntnissen der Mitarbeiterinnen konnte von jeder Dauerfläche und den Griehser-Flächen in einem Graphikprogramm (Corel Draw 12.0) eine maßstabsgetreue Lageskizze mit den markanten Geländepunkten angefertigt werden. Die zu Beginn dieses Kapitels hervorgehobene mehrfache Verortung ist somit gegeben.

4.4 Auffinden der Dauerflächen, Griehser-Flächen und Bearbeitungsflächen

Bei der Auswertung von permanenten Flächen wird jeweils die gleiche Fläche in einer Zeitreihe verglichen. Sind die Flächen nicht ident, ist eine weitere Interpretation sinnlos. Es kann nicht mehr festgestellt werden, ob wirklich Veränderungen auf der Fläche aufgetreten sind (HUTTEGGER, 2002).

Das Auffinden der drei Dauerflächen und der Griehser-Flächen kann mit Hilfe der mehrfachen Verortung und der entsprechenden Aufbereitung dieser Daten (GIS-Karten, Lageskizzen, Beschreibungen, digitale Bilder und Pflöcke) erfolgen. Die Markierung der Eckpunkte der Dauerversuchsflächen mit einem Holzpflock reicht vorerst aus:

- kein sehr felsiger Untergrund, Pflöcke können daher tief eingeschlagen werden
- geringer Einfluss aufgrund des Betretverbotes und der fehlenden Beweidung
- die Holzpflocke von anderen Monitoringprojekten konnten nach fast 10 Jahren auch wiedergefunden werden.

Eine unterirdische Markierung mit Magneten ist anzustreben (vgl. Kapitel 6.5.1). Durch diese zusätzliche Verortungsmethode, die laut TRAXLER (1997) vor allem für die Nahrungssuche mit Hilfe von Magnet- und Metallsuchgeräten geeignet ist, könnte langfristig gesehen das Wiederauffinden der Flächen durch andere Personen in einem höheren Maß garantiert werden.

Das Auffinden der Bearbeitungsflächen (Vegetationsaufnahmen, Transekte und Frequenzrahmen) erfolgte mit Hilfe der Begrenzungsschnüre aus Stahldrahtseil. Die Begrenzungsschnüre einer Dauerfläche (Seitenlängen und Diagonalen) wurden wie beim Einmessen aufgebaut und an den jeweiligen Eckpunktpflöcken verankert (vgl. Kapitel 4.3). Ob die Dauerfläche richtig aufgebaut wurde, wurde wieder mit der Diagonalprobe festgestellt.

Die Positionen der vier Vegetationsaufnahmen (5 m x 5 m großes Quadrat) wurden ausgehend von den Seitenlängen der jeweiligen Dauerfläche ermittelt. Dafür musste der Mittelpunkt jeder Seitenlänge (Markierung bei 10 m mit einem roten, permanenten Folienstift) gesucht werden. Von diesem Punkt aus wurden mit Hilfe eines Maßbandes links und rechts entlang der Begrenzungsschnur jeweils 2,5 m abgemessen und dann jeweils einen halben Meter in die Dauerfläche hineingemessen. Von den so erhaltenen ersten 2 Eckpunkten wurden anschließend jeweils 5 Meter gemessen und die Position der restlichen 2 Eckpunkte einer Vegetationsaufnahme festgelegt. Diese vier Eckpunkte wurden mit Pflöcken bzw. Wanderstöcken temporär markiert (vgl. Abb. 11). Kleine Abweichungen von einem rechteckigen Quadrat mit 5 m Seitenlänge sind möglich, aber nicht relevant (Deckung wird geschätzt). Alle Vegetationsaufnahmen haben eine eindeutige Identifikationsnummer (zweistellig), die sich aus Dauer- und Vegetationsaufnahme-flächennummer zusammensetzt (vgl. Kapitel 5.1, Lageskizzen Abb. 17, Abb. 19 und Abb. 21). Mit Hilfe einer Digitalkamera wurden von allen Vegetationsaufnahmen (auch den Griehser-Flächen) Übersichtsbilder gemacht und später mit eindeutigen Dateinamen versehen.



Abb. 11: Vegetationsaufnahmefläche (Dauerfläche 3, Vegetationsaufnahme 4): Seitenbegrenzungsschnur, Diagonale und Mittelpunkt der Dauerfläche sowie drei Eckpunkte der Vegetationsaufnahme (orig.)

Die Lage der zwei Transekte innerhalb einer Dauerfläche ist durch den Aufbau der Begrenzungsschnüre (Diagonalen) bereits vorgegeben. Aus Abb. 5 ist zu entnehmen, dass das erste Transekt jeweils von Eckpunkt 1 bis 3 und das zweite Transekt immer von Eckpunkt 2 bis 4 verläuft (siehe auch Lageskizzen Abb. 17, Abb. 19 und Abb. 21).

Für die Ermittlung der Position der 13 Frequenzrahmen entlang eines Transektes wurde ein Maßband exakt auf den diagonalen Begrenzungsschnüren gespannt, beginnend beim Eckpunkt sprich Seilklemme (vgl. Abb. 10 und Abb. 12). Wie im Kapitel 4.2 beschrieben, erfolgte eine systematische Positionierung mit zufälligem Start: das heißt, es wurde jeder dritte Frequenzrahmen bearbeitet (das sind 13 von 40 möglichen), wobei die Platzierung des ersten Rahmens zufällig erfolgte (= beginnend beim dritten Rahmen). Auf dem Maßband sind die Startpositionen (Abstand vom jeweiligen Eckpunkt vgl. Tab. 3) mit rotem, permanenten Foliestift markiert. Der Frequenzrahmen wurde so gelegt, dass die Diagonale des Rahmens deckungsgleich mit dem Transekt ist (vgl. Abb. 13). Sollte es aber aufgrund des Reliefs dazu kommen, dass sich die Diagonale nicht am Boden befindet, ist eine senkrechte Projektion des Rahmens auf den Boden anzuwenden. Wie bei den Vegetationsaufnahmen besitzt auch jeder Frequenzrahmen eine eindeutige Identifikationsnummer (vierstellig), die sich aus Dauerflächennummer (1000er-Stelle), Transektnummer (100er-Stelle) und Nummer des Frequenzrahmens (1 bzw. 10er-Stelle = Frequenzrahmen 01-13) zusammensetzt.



Abb. 12: Positionierung eines Frequenzrahmens entlang eines Transektes mit Hilfe eines Maßbandes. Weiters zu sehen: Schnittpunkt der zwei Transekte und Mittelpunktfflock. Verzerrung aufgrund des Reliefs gegeben. (orig.)

Tab. 3: Frequenzrahmennummierung (100er-Stelle = Transekt, 1 bzw. 10er-Stelle = Frequenzrahmen 01-13) sowie Position der Frequenzrahmen innerhalb der Dauerfläche (Buchstaben-Zahlen-Kombination, vgl. Abb. 5) und entlang der Transekte 1 und 2 bzw. auf dem Maßband (3. Spalte, EP = Eckpunkt, T = Transekt)

Rahmen	Buchstaben-Zahlen-Komb.	Abstand in cm vom EP 1 (T 1) bzw. EP 2 (T 2)
101	C3	141,4
102	F6	353,5
103	I9	565,6
104	L12	777,8
105	O15	989,9
106	R18	1202,0
107	U21	1414,0
108	X24	1626,3
109	a27	1838,4
110	d30	2050,5
111	g33	2262,7
112	j36	2474,8
113	m39	2686,9
<hr/>		
201	l3	141,4
202	i6	353,5
203	f9	565,6
204	c12	777,8
205	Z15	989,9
206	W18	1202,0
207	T21	1414,0
208	Q24	1626,3
209	N27	1838,4
210	K30	2050,5
211	H33	2262,7
212	E36	2474,8
213	B39	2686,9



Abb. 13: Platzierung eines Frequenzrahmens: Diagonale des Rahmens ist deckungsgleich mit dem Transekt. Der 0,5 m x 0,5 m große Frequenzrahmen ist in 4 Kleinquadrate mit 25 cm Seitenlänge unterteilt (orig.)

Das Wiederfinden der Bearbeitungsflächen und damit die Wiederholbarkeit der Untersuchungen ist durch die Begrenzungsschnüre aus Stahldrahtseil sichergestellt (Schüre werden bei jedem Untersuchungsdurchgang gleich gespannt). Die Erfahrungen im Gelände haben gezeigt, dass die Begrenzungsschnüre relativ leicht und ohne größere Schwierigkeiten zu montieren sind. Wenn (max. zwei) Eckpunktpflöcke einer Dauerfläche verloren gehen, könnte durch die Stahldrahtseilkonstruktion mit Hilfe der verbliebenen Pflöcke deren ursprüngliche Position rekonstruiert werden.

4.5 Erhobene Parameter

Auf den zwei Griehser-Flächen (jeweils 20 m²) wurde - wie schon im Zeitraum von 1992 bis 1996 - jeweils eine Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet (DIERSCHKE, 1994) durchgeführt, jedoch nicht unter Verwendung der Skala nach Braun-Blanquet 1928 sondern der Skala nach Pfadenhauer et al. 1986. Auch auf den drei neuen Dauerflächen wurden in gleicher Art und Weise jeweils 4 Vegetationsaufnahmen (Größe 5 m x 5 m = 25 m²) gemacht. Weiters wurden bei jeder Vegetationsaufnahme folgende Kopfdaten erhoben (Vegetationsaufnahmebogen vgl. Kap. 8.1):

- Identifikationsnummer, Bearbeiterin, Datum, Größe der Fläche, Seehöhe, Exposition, Inklination (von - bis), Gesamtdeckung, Deckung der Strauch- bzw. Krautschicht, Höhe der Strauch- bzw. Krautschicht (von - bis), Geländemorphologie, Bewirtschaftung, Vegetation, Blühaspekt, sonstige Bemerkungen.

Tab. 4: Vergleich von zwei Schätzskalen mit Angabe der Deckungsklassen, der Prozentbereiche und der mittleren Deckung (TRAXLER, 1997)

Braun-Blanquet, 1928			Pfadenhauer et al., 1986		
Skala	%	mittl. D.	Skala	%	mittl. D.
r					
+	0-1	0,5	+	0-1	0,5
			1a	1-3	2,0
1	1-5	3,0	1b	3-5	4,0
			2a	5-12,5	8,75
2	5-25	15,0	2b	12,5-25	18,75
3	25-50	37,5	3	25-50	37,5
4	50-75	62,5	4	50-75	62,5
5	75-100	87,5	5	75-100	87,5

Die Pfadenhauer-Skala ist eine modifizierte Braun-Blanquet-Skala, die eigens für Dauerflächenuntersuchungen konzipiert wurde. Diese Skala weist 8 Deckungsklassen auf, wobei der Bereich von 1 bis 25 % feiner unterteilt wurde als bei der Braun-Blanquet-Skala (vgl. Tab. 4). Außerdem werden nur mehr Deckungswerte verwendet, die Abundanz bleibt unberücksichtigt. Über 25 % Deckung entspricht die Skala derjenigen von Braun-Blanquet. Großer Vorteil der Pfadenhauer-Skala ist, dass die Schwachpunkte der Braun-Blanquet-Skala korrigiert wurden (TRAXLER, 1997). Für die Vergleichbarkeit der Daten (z. B. bei den Griehser-Flächen) kann die Pfadenhauer-Skala ohne Probleme auf die Braun-Blanquet-Skala reduziert werden.

Entlang eines Transekts (2 Transekte pro Dauerfläche) wurde in jedem 3. Frequenzrahmen (das sind 13 Rahmen pro Transekt) eine Frequenzanalyse nach Raunkiaer 1913 durchgeführt. Der aus Holz bestehende, 0,5 m x 0,5 m große Frequenzrahmen ist in 4 Kleinquadrate mit 25 cm Seitenlänge unterteilt (vgl. Abb. 13). Pro Kleinquadrat werden die Präsenz-Absenz-Daten (Art ist vorhanden oder nicht) für jede Art in der Krautschicht auf dem Erhebungsbogen (Frequenzanalyseaufnahmebogen vgl. Kap. 8.2) dokumentiert.

In den Geländesaisonen 2004 bzw. 2005 konnten jeweils folgende Arbeiten durchgeführt werden:

- 14 Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (davon 12 auf den drei Dauerflächen und 2 auf den Griehser-Flächen)
- Bearbeitung von insgesamt 6 Transekten (2 pro Dauerfläche): Erfassung der Frequenzprozent aller Arten (Durchführung einer Präsenz-Absenz-Analyse in den Kleinquadraten) in insgesamt 78 Frequenzrahmen (à 0,5 m x 0,5 m, unterteilt in 4 Kleinquadrate mit 25 cm Seitenlänge)

Mit Hilfe der erhobenen Parameter in den Bearbeitungsflächen sollten folgende **Zielsetzungen** erreicht werden:

- **Vegetationsaufnahmen:** grobe Charakterisierung der Vegetationseinheit auf der jeweiligen Fläche (v.a. Herausarbeiten von Unterschieden), pflanzensoziologische Einordnung
- **Transekte:** Erfassung von Gradienten und Grenzen von Vegetationseinheiten (Ist-Zustand) bzw. Erkennen von Veränderungen entlang eines Gradienten und von Verschiebungen der Vegetationsgrenzen
- **Frequenzrahmen:** detaillierte, kleinflächige Analyse der Vegetation entlang eines Gradienten bzw. einer Vegetationsgrenze (vgl. vorheriger Punkt), Feststellung von Änderungen in der Populationsdynamik (Leitarten), statistische abgesicherte Unterschiede aufgrund des ausreichenden Stichprobenumfangs

Die Nomenklatur richtet sich in der gesamten Arbeit nach der Florenliste aus dem Programm TurboVeg (HENNEKENS, 1998-2000, C_Europe) und wurde wegen einer einheitlichen zukünftigen Datenverwaltung beibehalten. Ein Abgleich zur Nomenklatur nach FISCHER et al. (2005) ist in der Gesamtartenliste erfolgt (vgl. Kapitel 8.6). Die ökologischen Ansprüche der Arten sind OBERDORFER (2001) entnommen.

4.6 Zeitliches Design

Die Flächenauswahl und das Einmessen (23. und 30. Juli) sowie die Erstbearbeitung der Flächen (31. Juli, 7. bis 9. August) fand in der Geländesaison 2004 statt. Der zweite Untersuchungsdurchgang wurde 2005 durchgeführt (23., 28. und 29. Juli). Der im Vergleich zur Geländesaison 2004 frühere Aufnahmezeitpunkt 2005 ist durch die unterschiedliche Witterung bedingt (vgl. Abb. 14 und Abb. 15). Die Tab. 5 zeigt den Vergleich der Vegetationsaufnahmen der Flächen 1, 2, 3 und Griehser-Flächen hinsichtlich des Blühaspekts im Jahr 2004 und 2005.



Abb. 14: Ausaperung am 26. Juni 2004. Blick von Edelweißspitze Richtung Piffkar (orig.)



Abb. 15: Ausaperung am 23. Juni 2005. Blick von Edelweißspitze Richtung Piffkar (orig.)

Tab. 5: Vergleich der Vegetationsaufnahmen der Flächen 1, 2, 3 und Griehser-Flächen hinsichtlich des Blühaspekt im Jahr 2004 und 2005

Fläche	Arten zusätzlich 2004	Arten beider Jahre	Arten zusätzlich 2005
1.1	<i>Gypsophila repens</i> , <i>Persicaria vivipara</i>	<i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat., <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Achillea clavennae</i> , <i>Saxifraga paniculata</i>
1.2	<i>Campanula scheuchzeri</i> , <i>Persicaria vivipara</i> , <i>Phyteuma orbiculare</i>	<i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat., <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	<i>Achillea clavennae</i> , <i>Campanula scheuchzeri</i> , <i>Crepis aurea</i> , <i>Gypsophila repens</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Saxifraga paniculata</i>
1.3	<i>Carduus defloratus</i> , <i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>	<i>Achillea clavennae</i> , <i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat., <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Phyteuma orbiculare</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i> , <i>Crepis aurea</i> , <i>Lotus corniculatus</i>
1.4	<i>Campanula scheuchzeri</i> , <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Biscutella laevigata</i> , <i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat., <i>Phyteuma orbiculare</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Crepis aurea</i> , <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>
2.1	<i>Ligusticum</i> spp., <i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Gypsophila repens</i> , <i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat., <i>Saxifraga caesia</i> , <i>Thymus praecox</i> ssp. <i>praecox</i>
2.2	<i>Achillea clavennae</i> , <i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>	<i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat., <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Persicaria vivipara</i>
2.3	<i>Achillea clavennae</i> , <i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Lotus corniculatus</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat.
2.4	<i>Biscutella laevigata</i> , <i>Carduus defloratus</i> , <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Gypsophila repens</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Achillea clavennae</i> , <i>Anthyllis vulneraria</i> , <i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>
3.1	<i>Androsace obtusifolia</i> , <i>Aster bellidiastrum</i> , <i>Gentiana verna</i> , <i>Potentilla aurea</i>	-	<i>Gentiana bavarica</i> , <i>Helianthemum alpestre</i> , <i>Juncus jacquinii</i> , <i>Ranunculus montanus</i> , <i>Trifolium badium</i>
3.2	<i>Alchemilla</i> sp., <i>Androsace obtusifolia</i> , <i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	<i>Myosotis alpestris</i> , <i>Potentilla aurea</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i> , <i>Gentiana bavarica</i> , <i>Ligusticum</i> spp.
3.3	<i>Aster bellidiastrum</i> , <i>Leontodon</i> spp., <i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	<i>Potentilla aurea</i>	<i>Homogyne alpina</i> , <i>Ligusticum mutellinoides</i>
3.4	<i>Myosotis alpestris</i>	<i>Potentilla aurea</i> , <i>Trifolium badium</i>	<i>Galium anisophyllum</i> , <i>Helianthemum alpestre</i> , <i>Leontodon</i> spp., <i>Thymus praecox</i> ssp. <i>praecox</i> , <i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>
10	<i>Alchemilla</i> sp., <i>Gentiana verna</i>	<i>Myosotis alpestris</i> , <i>Ranunculus montanus</i>	<i>Gentiana bavarica</i> , <i>Sesleria albicans</i>
10a	<i>Androsace obtusifolia</i> , <i>Bartsia alpina</i> , <i>Callianthemum coriandrifolium</i> , <i>Gentiana verna</i>	<i>Myosotis alpestris</i> , <i>Ranunculus montanus</i>	<i>Gentiana bavarica</i> , <i>Ranunculus alpestris</i> , <i>Silene exscapa</i>

4.7 Bearbeitungsteam und Einschulung MitarbeiterInnen

Grundlage für ein rasches Arbeiten im Gelände ist das Beherrschen des methodischen Arbeitsablaufs. Dafür ist eine intensive Trainingsphase – noch bevor mit der eigentlichen Geländearbeit begonnen wird – nötig. Ansonsten leidet die Datenqualität, wodurch eine Interpretation der Geländedaten schwierig wenn nicht unmöglich wird (HUTTEGGER, 2002).

Tab. 6: Projektbearbeitungsteam

Arbeitsbereich	Name
Projektleitung, Projektplanung	Mag. Katharina Aichhorn (früher Huttegger)
Freilanduntersuchungen	Mag. Katharina Aichhorn, Mag. Irina Kurtz, Mag. Maria Wintersteller
Dateneingabe	Mag. Katharina Aichhorn
Datenauswertung	Mag. Katharina Aichhorn, Mag. Markus Aichhorn, Mag. Irina Kurtz
Endbericht	Mag. Katharina Aichhorn, Mag. Irina Kurtz
Verortung	Ferdinand Aichhorn, Mag. Katharina Aichhorn, Mag. Markus Aichhorn, Mag. Irina Kurtz

Für den Projekterfolg sind die genaue Dokumentation der verwendeten Methodik sowie die intensive Einschulung der MitarbeiterInnen durch die Projektleitung sehr wichtig. Im Gelände betrifft dies vor allem das Wiederfinden der Flächen, den Aufbau der Dauer- und Bearbeitungsflächen sowie die Durchführung der Vegetationsaufnahmen und Frequenzanalysen. So wurden in den Geländesaisonen 2004 bzw. 2005 die ersten Vegetationsaufnahmen sowie Frequenzrahmen gemeinsam bearbeitet. Ziel war das Training der Artenkenntnisse sowie die Abstimmung bzw. Eichung der Deckungsschätzung zwischen den BearbeiterInnen.

4.8 Datenverwaltung & Auswertung

4.8.1 Datenverwaltung

Die Daten der Vegetationsaufnahmen und Frequenzrahmen wurden im Programm TurboVeg eingegeben (HENNEKENS, 1998-2000). Die multivariaten Auswertungen erfolgten im Programm PC-ORD for Windows (MC-CUNE & MEFFORD, 1999). Die im Bericht vorhandenen Karten wurden mit dem Programm ArcView GIS Version 3.2. erstellt.

Bei der Eingabe der Vegetationsaufnahmen wurde die in Tab. 7 angeführte Skala verwendet, die eine Kombination aus der Braun-Blanquet-Skala (bei Griehser-Flächen 1992-96 verwendet) und der Pfadenhauer-Skala (bei Fläche 1, 2, 3 und Griehser-Flächen 2004-05 verwendet) darstellt (vgl. auch Tab. 4). Bei einigen Deckungsklassen (+, 2a, 2b, 3, 4, 5) wurde die mittlere Deckung auf ganze Stellen aufgerundet, da im Programm TurboVeg keine Kommastellen eingegeben werden können.

Tab. 7: Skala, die bei der Eingabe der Vegetationsaufnahmen in das Programm TurboVeg verwendet wurde.

Skala	%	mittl. D.
+	0-1	1,0
1a	1-3	2,0
1	1-5	3,0
1b	3-5	4,0
2a	5-12,5	9,0
2	5-25	15,0
2b	12,5-25	19,0
3	25-50	38,0
4	50-75	63,0
5	75-100	88,0

Die Kopfdaten der Vegetationsaufnahmen wurden im Programm TurboVeg folgendermaßen erfasst:

- Relevé number = Codierung, fortlaufende Aufnahme-ID (vgl. Tab. 8 Spalten 1992-96, 2004, 2005)
- Nr. table in publ. = Flächennummer (4 = Griehser 2004 und 2005, 9 = Griehser 1992-96)
- Nr. relevé in table = Vegetationsaufnahmenummer (vgl. Tab. 8 Spalte Aufnahme, 101 = 10a)
- Date (year/month/day) = Aufnahmedatum
- Relevé area (m²) = Größe der Fläche
- Altitude (m) = Seehöhe (Mittelwert aus den jeweiligen Werten der GPS-Messpunkte)
- Aspect (degrees) = Exposition
- Slope (degrees) = durchschnittliche Inklination
- Cover total (%) = Gesamtdeckung
- Cover shrub layer (%) = Deckung der Strauchschicht
- Cover herb layer (%) = Deckung der Krautschicht
- Cover moss layer (%) = Deckung der Mooschicht (nur bei einigen Aufnahmen erfasst)
- Height (highest) shrubs (m) = Höhe der Strauchschicht
- Average height lowest herbs (cm) = minimale Höhe der Krautschicht
- Maximum height herbs (cm) = maximale Höhe der Krautschicht
- Number of species = Gesamtartenzahl (wird vom Programm automatisch errechnet)
- Remarks = Inklination (von - bis), Geländemorphologie, Bewirtschaftung, Vegetation, Blühaspekt, sonstige Bemerkungen

Für die Eingabe der Frequenzrahmen wurde folgende Skala verwendet: 1 = 25 %, 2 = 50 %, 3 = 75 %, 4 = 99,9 %. Weiters wurden folgende Kopfdaten erfasst:

- Relevé number = Codierung, fortlaufende Rahmen-ID (vgl. Tab. 9 Spalten 2004, 2005)
- Nr. table in publ. = Flächennummer (4 = Griehser 2004 und 2005, 9 = Griehser 1992-96)
- Nr. relevé in table: 100er-Stelle = Transekt, 10er und 1er = Frequenzrahmen 01-13 (vgl. Tab. 9)
- Date (year/month/day) = Aufnahmedatum
- Relevé area (m²) = Rahmengröße

Tab. 8: Codierung der Vegetationsaufnahmen (Relevé number, Aufnahme-ID) im Programm TurboVeg Fläche 1, 2 und 3 in den Jahren 2004 und 2005 sowie der Griehser-Flächen von 1992-96 und 2004 und 2005

Aufnahmenummer	2004	2005	1992	1993	1994	1995	1996
1.1	1	25					
1.2	2	26					
1.3	3	27					
1.4	4	28					
2.1	5	29					
2.2	6	30					
2.3	7	31					
2.4	8	32					
3.1	9	33					
3.2	10	34					
3.3	11	35					
3.4	12	36					
10	13	37	15	16	17	18	19
10a	14	38	20	21	22	23	24

Tab. 8 und Tab. 9 zeigen die im Programm TurboVeg verwendete Codierung (relevé number) für die Vegetationsaufnahmen und Frequenzrahmen. Die Codierung wird tw. im Ergebnisteil wieder verwendet. Der Export der Vegetationsaufnahme- bzw. Frequenzrahmendaten erfolgt als cornell condensed file. Es wurde jeweils eine cornell condensed species file (format: classic, transformation species parameters: percentages) und ein user defined header data file (items: numeric) erstellt.

Tab. 9: Codierung der Frequenzrahmen (Relevé number, Rahmen-ID) im Programm TurboVeg Fläche 1, 2 und 3 in den Jahren 2004 und 2005 (100er-Stelle = Transektnummer, 1 bzw. 10er-Stelle = Frequenzrahmen 01-13)

Rahmen-Nr.	2004	2005	Rahmen-Nr.	2004	2005	Rahmen-Nr.	2004	2005
1101	1	79	2101	27	105	3101	53	131
1102	2	80	2102	28	106	3102	54	132
1103	3	81	2103	29	107	3103	55	133
1104	4	82	2104	30	108	3104	56	134
1105	5	83	2105	31	109	3105	57	135
1106	6	84	2106	32	110	3106	58	136
1107	7	85	2107	33	111	3107	59	137
1108	8	86	2108	34	112	3108	60	138
1109	9	87	2109	35	113	3109	61	139
1110	10	88	2110	36	114	3110	62	140
1111	11	89	2111	37	115	3111	63	141
1112	12	90	2112	38	116	3112	64	142
1113	13	91	2113	39	117	3113	65	143
1201	14	92	2201	40	118	3201	66	144
1202	15	93	2202	41	119	3202	67	145
1203	16	94	2203	42	120	3203	68	146
1204	17	95	2204	43	121	3204	69	147
1205	18	96	2205	44	122	3205	70	148
1206	19	97	2206	45	123	3206	71	149
1207	20	98	2207	46	124	3207	72	150
1208	21	99	2208	47	125	3208	73	151
1209	22	100	2209	48	126	3209	74	152
1210	23	101	2210	49	127	3210	75	153
1211	24	102	2211	50	128	3211	76	154
1212	25	103	2212	51	129	3212	77	155
1213	26	104	2213	52	130	3213	78	156

4.8.2 Auswertung der Vegetationsaufnahmen

Pflanzensoziologie

Für die Übersicht über alle Aufnahmen wurde eine pflanzensoziologische **Gesamttabelle** mit Hilfe von TWINSPAN (aus dem Programm PC-ORD for Windows, MC-CUNE & MEFFORD, 1999) erstellt. Folgende Parameter wurden verwendet:

Anzahl Pseudospecies: 1

Cutlevel: 0.5 (d. h. Präsenz/Absenz)

Bei den **Teiltabellen** für die jeweiligen Dauerflächen wurden zusätzlich die Deckungswerte berücksichtigt, da diesen eine gewisse Bedeutung beigemessen wird, wenn man die Entwicklung der Flächen über einen längeren Zeitraum beobachten möchte.

Dauerflächen 1 & 2:

Anzahl Pseudospecies: 7

Cutlevels:

Cutlevel	0.5	1.5	2.5	4.5	9.5	19.5	38.5
Pfadenhauer-Skala	+	1a	1b	2a	2b	3	4

Dauerfläche 3 und Griehser-Flächen:

Anzahl Pseudospecies: 5

Cutlevels:

Cutlevel	0.5	1.5	4.5	19.5	38.5
Pfadenhauer-Skala	+	1	2	3	4

Die Reihenfolge (= RF) der Arten bzw. Aufnahmen aus der TWINSPAN-Analyse wurde nicht verändert, jedoch wurden Arten mit geringer Stetigkeit an das Ende der Tabelle gestellt. Die so entstandenen Arten- bzw. Aufnahmegruppen wurden charakterisiert, nummeriert (vgl. Tab. 15) und bei den weiteren Auswertungen zum Vergleich verwendet.

Die pflanzensoziologische Zuordnung erfolgte mit Hilfe der „Pflanzengesellschaften Österreichs“ (Teile I bis III, Hrsg. 1993) sowie der „Süddeutschen Pflanzengesellschaften“ (Teile II und IV, Hrsg. 1993 und 1992). Gleichzeitig wurde anhand der aktuellen Vegetation versucht, die potentiell natürliche Vegetation bei den jeweiligen Aufnahmeflächen abzuschätzen.

Zusätzlich erfolgte für jede Aufnahme die Berechnung der mittleren ungewichteten Zeigerwerte (qualitative Zeigerwerte), die auf den adaptierten Daten von G. Karrer (1994, aus dem Programm HITAB 5 von WIEDERMANN & RIES, 1992–97) basieren. Zur Berechnung der qualitativen Zeigerwerte jeder Aufnahme wird nur die Präsenz einer Art unabhängig von ihrem Deckungswert herangezogen. Bei mäßig artenreichen Aufnahmen mit etwa gleichen Dominanzen treten kaum Unterschiede zum mittleren quantitativen Zeigerwert auf. Zudem ist es besonders bei Fluktuationen ungünstig, den Deckungsgrad miteinzuberechnen, obwohl dies gern bei Sukzessionsuntersuchungen gemacht wird (DIERSCHKE, 1994).

Es wurden Lichtzahl, Nährstoffzahl, Feuchtezahl und Reaktionszahl ausgewertet. Diese Werte wurden bei den Ordinationsdiagrammen als Standortparameter für die Interpretation herangezogen (Vektoren). Dabei muss aber beachtet werden, dass es sich um keine unabhängigen Umweltparameter, sondern lediglich um ein Hilfsmodell handelt.

Clusteranalyse

Durch dieses Klassifikationsverfahren wurden sämtliche Vegetationsaufnahmen in ihren Ähnlichkeiten miteinander verglichen und in Dendrogrammen dargestellt. Dabei wurden die unterschiedlichen Methoden „Average Linkage“ sowie „Complete Linkage“ (Farthest Neighbor) herangezogen. Die Analyse erfolgte wiederum mit dem Programm PC-ORD for Windows (Mc-CUNE & MEFFORD, 1999), wobei folgende Parameter eingestellt wurden:

- Group Linkage Method: Group Average (Average Linkage) bzw. Farthest Neighbor (Complete Linkage)
- Distance Measure: Euclidean (Pythagorean)

Zum Vergleich mit der pflanzensoziologischen Auswertung wurden die pflanzensoziologischen Einheiten nummeriert (vgl. Tab. 15) und in das Diagramm übertragen.

Korrespondenzanalyse

Dieses Ordinationsverfahren wurde einerseits mit allen Vegetationsaufnahmen durchgeführt, um eine zusätzliche Gesamtcharakterisierung zu erhalten. Hierbei wurden die Aufnahmen anhand der dargestellten Standortvektoren interpretiert.

Andererseits wurden die Dauerflächen 1 und 2 zusammen verglichen, sowie die Dauerfläche 3 mit den Griehser-Flächen in einen Zusammenhang gestellt. Bei diesen Diagrammen wurden sowohl die Standortparameter als auch die Schwerpunkte der Artenvorkommen berücksichtigt.

Die Analyse erfolgte wiederum im PC-ORD for Windows, wobei hier die Korrespondenzanalyse als RA (Reciprocal Averaging) bezeichnet wird. Verwendeter Parameter:

- ✓ Downweight rare species

Folgende Diagramm-Einstellungen wurden gemacht:

- Scaling: Proportion of Max
- horizontale Spiegelung (bei Gesamtauswertung sowie bei Fläche 3 und Griehser-Flächen zur Vergleichbarkeit mit „gesamt“) bzw. vertikale Spiegelung (bei Flächen 1 & 2 zur Vergleichbarkeit mit „gesamt“)

Zum Vergleich mit der pflanzensoziologischen Auswertung wurden die nummerierten pflanzensoziologischen Einheiten (vgl. Tab. 15), bei den Darstellungen mit den Artenvorkommen auch die Artengruppen, in die Diagramme übertragen.

Veränderung der Griehser-Flächen

Bei den Griehser-Flächen 10 und 10a wurden für alle Beweidungszeiger die mittlere Gesamtdeckung [in %] sowie die Artenzahlen in ihrem zeitlichen Verlauf (zwischen den Jahren 1992 und 2005) **graphisch dargestellt**. Aus diesen Darstellungen konnte ein Trend über die gesamten Untersuchungsjahre mittels einer Regressionsgeraden und dem Determinationskoeffizienten (Bestimmtheitsmaß) R^2 ermittelt werden, ob und inwiefern sich die eingestellte Beweidung auf den jeweiligen Flächen ausgewirkt hat bzw. noch auswirken wird. Die gleichen Auswertungen wurden für alle Nichtbeweidungszeiger durchgeführt.

Als mittlere Deckungswerte der Arten wurden die mittleren Werte der Pfadenhauer-Skala [in %] verwendet, die anschließend wurzeltransformiert (d. h. Reduktion des Einflusses zahlreicher dominanter Arten, vgl. HAKES, 1996) und für die Ermittlung der Gesamtdeckung summiert wurden.

Eine Liste der auf den Flächen vorhandenen Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeiger wurde zuvor mit Hilfe von Univ.-Prof. Dr. Paul Heiselmayr basierend auf Erfahrungswerten erstellt.

Zusätzlich wurden **statistische Signifikanztests** hinsichtlich der Anzahl der Leitarten, die eine Abnahme bzw. Zunahme ihrer Deckungswerte in folgenden Zeiträumen aufwiesen, mittels χ^2 -Test durchgeführt:

1. „Beginn Griehser“ (1992/93) bis „Ende Griehser“ (1995/96)
2. „Ende Griehser“ (1995/96) bis aktuell (2004/05).

Für diese Zeiträume wurden folgende Veränderungen überprüft:

- a) bei Beweidungszeigern: Anzahl der Arten mit einer Abnahme ihrer Deckung gegenüber Anzahl der Arten ohne Abnahme der Deckung (d. h. mit einer Zunahme bzw. ohne eine Veränderung)
- b) bei Nichtbeweidungszeigern: Anzahl der Arten mit einer Zunahme ihrer Deckung gegenüber Anzahl der Arten ohne Zunahme der Deckung (d. h. mit einer Abnahme bzw. ohne eine Veränderung).

Diese Gruppen wurden einerseits für die Flächen 10 und 10a getrennt getestet. Andererseits wurde für jeden Zeitraum getestet, ob sich die Veränderungen zwischen den beiden Flächen unterscheiden. D. h. ob auf einer der beiden Flächen ein deutlicher Unterschied zur anderen Fläche in Bezug auf die Veränderung der Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeiger besteht.

Als Arten mit einer Abnahme bzw. Zunahme ihrer Deckung wurden zuvor folgende Arten eingestuft: alle Leitarten, die in den jeweiligen Zeiträumen eine Änderung ihrer Deckungsklasse aufwiesen. Als erstes wurde für jede Leitart der Mittelwert der Deckungsklassen aus den oben genannten Jahren gebildet (1992+93, 1995+96, 2004+05). Für den direkten Vergleich bzw. die Mittelwertbildung mussten einerseits die aktuellen Aufnahmen von der Pfadenhauer-Skala auf die Braun-Blanquet-Skala reduziert werden, andererseits erfolgte eine neue Skalierung, um auch „+“ bei den Berechnungen einfließen lassen zu können (vgl. Tab. 10).

Nun wurde der Trend für jede Leitart ermittelt, wie sie sich innerhalb der oben genannten Zeiträume („Beginn Griehser“ bis „Ende Griehser“ sowie „Ende Griehser“ bis aktuell) in ihren Deckungsklassen unterschieden. Differenzen von mindestens $\frac{1}{2}$ Deckungsklasse (aufgrund der Mittelwertbildung entstanden) galten als Änderung, also als Abnahme oder Zunahme der Deckung. Für jeden Zeitraum und jede Fläche wurden nun alle Arten mit einer Abnahme der Deckungsklasse, alle Arten mit einer Zunahme sowie alle Arten ohne Veränderung (= Nullwerte) summiert. Nullwerte

wurden bei den Beweidungszeigern als „ohne Abnahme“ gewertet, bei den Nichtbeweidungszeigern als „ohne Zunahme“. Daraus entstanden die jeweiligen zu vergleichenden Gruppen.

Tab. 10: Neuskalierung zur Berechnung der Änderung der Deckungsklasse der Aufnahmen 10 und 10a

Braun-Blanquet-Skala (Aufnahmen von B. Griebser)	Pfadenhauer-Skala (aktuelle Aufnahmen)	Skala zur Berechnung der Änderung der Deckungsklasse
+	+	1
1	1a, 1b	2
2	2a, 2b	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6

Es wurden jeweils 2x2-Felder-Tafeln (Kontingenztafeln) getestet, bei denen ein Freiheitsgrad von 1 gegeben ist. Der kritische χ^2 -Wert, der für das Signifikanzniveau von $p = 0,05$ (95 % Sicherheit) erreicht werden müsste, liegt bei $\chi^2(1) = 3,8$. Alle Werte darunter sind als nicht signifikant zu bewerten.

4.8.3 Auswertung der Frequenzrahmen

Leitarten

Um Langzeitmonitoring einfacher und übersichtlicher zu gestalten, kann auf das Konzept von **Leitarten** zurückgegriffen werden. Bei Leitarten handelt es sich grundsätzlich um definierte Arten, die aufgrund von bestimmten Hypothesen ausgewählt wurden, um eine spezielle Entwicklung zu beobachten. HAKES (1996) unterschied folgende Kategorien, wie Arten aufgrund ihres sich im Laufe der Zeit ändernden Verhaltens eingestuft werden können (syndynamische Differentialarten):

- permanente Arten: ändern sich im zeitlichen Verlauf in ihrem Deckungsgrad
- regressive Arten: verschwinden
- progressive Arten: treten hinzu
- wiederkehrende Arten: sind temporär bzw. punktuell vorhanden
- Übergangsarten: treten in bestimmten Zeitintervallen auf
- ephemere Arten: sind kurzzeitig bzw. zufällig vorhanden
- bei mehreren parallelen Vergleichsflächen: Arten, die sich in ihrer Stetigkeit unterscheiden.

Aufgrund unserer Fragestellung, wie sich die Vegetation nach der Beweidungseinstellung entwickeln wird, können für die **Flächen 1 und 2** folgende Gruppen unterschieden werden:

- Gehölze (Zwergsträucher, Sträucher und Baumjungwuchs): Zunahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl
- Beweidungszeiger: Abnahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl
- Nichtbeweidungszeiger: Zunahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl
- Arten der potentiell natürlichen Vegetation (PNV): Zunahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl.

Letzter Punkt ist bei den Flächen auf der Zirmleite zu den Punkten 1 und 3 zu rechnen und wurde daher nicht gesondert ausgewertet. Einige Arten der umliegenden Rasen wie *Sesleria albicans* treten zwar auch als konstante Begleiter in der PNV auf, sind aber schlechte Leitarten, da kaum eine Veränderung zum derzeitigen Vorkommen zu erwarten ist. Für die Frequenzrahmen der Dauerflächen 1 und 2 wurden Listen gemeinsam mit Paul Heiselmayer erstellt, die die vorhandenen Arten den genannten Gruppen zuordnen (vgl. Tab. 11). Diese Arten wurden als Leitarten für dieses Projekt definiert und sollen bei den kommenden Dauerbeobachtungen besonders beachtet werden.

Tab. 11: Übersicht über alle Leitarten der Flächen 1 und 2 (Frequenzrahmen)

Art	Gehölze	Beweidungs- zeiger	Nichtbeweidungs- zeiger
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	x		x
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>alpina</i>	x	x	
<i>Pinus mugo</i>	x		
<i>Rhododendron hirsutum</i>	x		
<i>Salix breviserrata</i>	x		
<i>Salix hastata</i>	x		x
<i>Salix reticulata</i>	x		x
<i>Salix retusa</i>	x		x
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	x		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	x		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	x		
<i>Achillea millefolium</i> agg.		x	
<i>Carlina acaulis</i>		x	
<i>Crepis aurea</i>		x	
<i>Deschampsia cespitosa</i>		x	
<i>Festuca nigrescens</i>		x	
<i>Leontodon hispidus</i>		x	
<i>Ligusticum mutellina</i>		x	
<i>Poa alpina</i>		x	
<i>Potentilla aurea</i>		x	
<i>Ranunculus montanus</i>		x	
<i>Ranunculus tuberosus</i>		x	
<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>		x	
<i>Biscutella laevigata</i>			x
<i>Botrychium lunaria</i>			x
<i>Callianthemum coriandrifolium</i>			x
<i>Carex capillaris</i>			x
<i>Carex firma</i>			x
<i>Euphrasia minima</i>			x
<i>Gypsophila repens</i>			x
<i>Luzula glabrata</i>			x
<i>Nigritella rhellicani</i>			x
<i>Pinguicula alpina</i>			x
<i>Potentilla brauneana</i>			x
<i>Potentilla crantzii</i>			x
<i>Ranunculus alpestris</i>			x
<i>Saxifraga caesia</i>			x
<i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>			x
Gesamtanzahl	11	13	19

Für spätere Vergleiche einer zeitlichen Entwicklung auf der gesamten Dauerfläche 1 bzw. 2 wurde das Vorkommen dieser Arten in Balkendiagrammen graphisch dargestellt, wobei nach den Jahren 2004 und 2005 getrennt ausgewertet wurde. Dazu wurde die Summe der Kleinquadrate (d. h. der vier Untereinheiten eines Frequenzrahmens) für jede Art ermittelt, in denen die Art über die Fläche verteilt vorkommt. Dabei wurden alle 26 Frequenzrahmen jeder Fläche berücksichtigt, ohne einen Unterschied zwischen den Transekten 1 und 2 zu machen.

Für die **Fläche 3** gilt:

- Beweidungszeiger: Abnahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl
- Nichtbeweidungszeiger: Zunahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl
- Arten der potentiell natürlichen Vegetation (PNV): Zunahme in Deckung/Frequenz bzw. Artenzahl (zur PNV vgl. Kapitel 5.2.4).

Tab. 12: Übersicht über alle Leitarten der Fläche 3 (Frequenzrahmen)

Art	Beweidungs- zeiger	Nichtbeweidungs- zeiger	PNV
<i>Crepis aurea</i>	x		
<i>Deschampsia cespitosa</i>	x		
<i>Festuca nigrescens</i>	x		
<i>Geum montanum</i>	x		
<i>Leontodon helveticus</i>	x		x Hygrocaricetum curvulae
<i>Leontodon hispidus</i>	x		
<i>Ligusticum mutellina</i>	x		
<i>Phleum rhaeticum</i>	x		
<i>Poa alpina</i>	x		
<i>Potentilla aurea</i>	x		
<i>Ranunculus montanus</i>	x		
<i>Trifolium badium</i>	x		
<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	x		
<i>Biscutella laevigata</i>		x	
<i>Botrychium lunaria</i>		x	
<i>Callianthemum coriandrifolium</i>		x	
<i>Carex capillaris</i>		x	
<i>Carex firma</i>		x	
<i>Carex pilulifera</i>		x	
<i>Draba</i> sp. (außer <i>D. aizoides</i>)		x	
<i>Euphrasia minima</i>		x	
<i>Kobresia myosuroides</i>		x	x Elynetum myosuroides
<i>Luzula glabrata</i>		x	
<i>Nigritella rhellicani</i>		x	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>		x	
<i>Potentilla brauneana</i>		x	
<i>Potentilla crantzii</i>		x	x Elynetum myosuroides
<i>Ranunculus alpestris</i>		x	x Hygrocaricetum curvulae
<i>Salix retusa</i>		x	
<i>Veronica aphylla</i>		x	
<i>Avenula versicolor</i>			x Hygrocaricetum curvulae
<i>Carex curvula</i> ssp. <i>curvula</i>			x Hygrocaricetum curvulae, bzw. Caricetum curvulae
<i>Agrostis alpina</i>			x Elynetum myosuroides
<i>Ligusticum mutellinoides</i>			x Elynetum myosuroides
<i>Primula minima</i>			x Elynetum myosuroides
Gesamtanzahl	13	17	4 + 5

Auf Dauerfläche 3 wurden Analysen zur Veränderungen auf Artniveau (auch bezogen auf Leitarten) durchgeführt, die am Ende dieses Kapitels näher beschrieben werden.

Güte der Leitarten auf den Flächen 1 und 2

Es erfolgte die Bestimmung der Güte jeder Leitart aus den Gruppen „Beweidungszeiger“ und „Nichtbeweidungszeiger“, d. h. eine Bewertung, wie gut sie sich als Leitart eignen. Diese wurde getrennt nach den Jahren 2004 und 2005 ausgewertet. Dazu wurden die Frequenzverteilungen einer Art auf beiden Flächen in Form eines Histogramms dargestellt, wobei jeweils alle 26 Frequenzrahmen einer Dauerfläche gemeinsam berücksichtigt wurden. Anschließend wurde für jede Art der Ähnlichkeitskoeffizient der beiden Frequenzverteilungen (Fläche 1 und Fläche 2) bestimmt. Der Ähnlichkeitskoeffizient ergibt sich aus dem Vergleich der beiden Verteilungen aus dem

Kolmogoroff-Smirnoff-Test (Kolmogoroff-Smirnoff Anpassungstest für zwei unabhängige Stichproben). Aus dem Testwert wurde der Wahrscheinlichkeitswert (p-value) bestimmt, der angibt, dass beide Verteilungen übereinstimmen. Dieses nonparametrische Verfahren (verteilungsfrei) eignet sich besonders gut, Unterschiede in den erhobenen Arten unabhängig vom Typ ihrer Frequenzverteilung zu erkennen.

Mit Hilfe eines Skripts (vgl. Kapitel 8.7, Matlab-Skript für Histogramme Veränderung auf Artniveau) wurden mit dem Programm Matlab (Mathworks Sherborn, MA, USA) die Histogramme erstellt und die Berechnung des K-S-Testwerts durchgeführt.

Ein niedriger Wert bedeutet, dass ein großer Unterschied des Vorkommens dieser Art zwischen beiden Flächen besteht, und weist daher auf eine gute Leitart hin. Arten mit Werten von $< 0,5$ wurden als gute Leitart eingestuft, Arten mit $\geq 0,5$ sind nur mäßig geeignet. Arten mit Werten von 1 sind ungeeignet, da sie keinen statistischen nachweisbaren Unterschied aufweisen.

Für die Einstufung als Beweidungszeiger mit hoher Güte müssen allerdings auch die jeweiligen Hypothesen berücksichtigt werden: die Beweidungszeiger sollten auf Fläche 1 häufiger ($F1 > F2$), die Nichtbeweidungszeiger hingegen auf Fläche 2 häufiger ($F1 < F2$) anzutreffen sein (vgl. Tab. 13). Dazu ist die Angabe der Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art gefunden wurde, wichtig. Sollten beide Werte auf den Flächen 1 und 2 eine geringere absolute Häufigkeit als 4 aufweisen (dies entspricht ca. 15 % aller Rahmen), so fällt die Art aus der Bewertung.

Tab. 13: Bewertung der Güte der Leitarten auf den Flächen 1 und 2 (KS-Koeffizient = Ähnlichkeitskoeffizient aus Kolmogoroff-Smirnoff-Test)

Güte der Leitart	Beweidungszeiger	Nichtbeweidungszeiger
gut	KS-Koeffizient $< 0,5$	KS-Koeffizient $< 0,5$
	UND $F1 > F2$	UND $F1 < F2$
	UND $F1 + F2 \geq 4$	UND $F1 + F2 \geq 4$
mäßig gut	KS-Koeffizient $\geq 0,5$	KS-Koeffizient $\geq 0,5$
	UND $F1 > F2$	UND $F1 < F2$
	UND $F1 + F2 \geq 4$	UND $F1 + F2 \geq 4$
schlecht	KS-Koeffizient = 1	KS-Koeffizient = 1
	ODER $F1 \leq F2$	ODER $F1 \geq F2$

Vergleich der Flächen 1 und 2

Mit Hilfe von t-Tests sollten Unterschiede zwischen den Dauerflächen 1 und 2 hinsichtlich der oben genannten drei Gruppen „Gehölze“, „Beweidungszeiger“ und „Nichtbeweidungszeiger“ nachgewiesen werden. Dabei war jeder Frequenzrahmen eine Sample-Einheit, d. h. es bestand jeweils ein Stichprobenumfang von $n = 26$. Mit dem Programm SPSS 12.0.1 wurden die Anzahl der Arten und deren mittlere Frequenzen pro Frequenzrahmen jeweils zweiseitig getestet (Independent Samples). Als Nullhypothese, die es zu verwerfen galt, wurde festgelegt, der Unterschied zwischen den Flächen sei Null.

Folgende Annahmen sollten dadurch bestätigt oder verworfen werden:

- auf Fläche 2 sind mehr **Gehölze** pro Frequenzrahmen vorhanden als auf Fläche 1
- auf Fläche 2 haben die Gehölze eine höhere mittlere Frequenz pro Rahmen als auf Fläche 1
- auf Fläche 1 sind mehr **Beweidungszeiger** pro Frequenzrahmen vorhanden als auf Fläche 2
- auf Fläche 1 haben die Beweidungszeiger eine höhere mittlere Frequenz pro Rahmen als auf Fläche 2
- auf Fläche 2 sind mehr **Nichtbeweidungszeiger** pro Frequenzrahmen vorhanden als auf Fläche 1
- auf Fläche 2 haben die Nichtbeweidungszeiger eine höhere mittlere Frequenz pro Rahmen als auf Fläche 1.

Gradientenanalyse auf Fläche 3

Auf der Dauerfläche 3, die im Bereich des ehemaligen Weidezauns angelegt wurde, sollte mit Hilfe einer Korrespondenzanalyse der Frequenzrahmen ein eventuell vorhandener Gradient erfasst werden. Dieser wurde aufgrund der längeren Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungsdauer angenommen.

Für die Ordination wurde das Programm PC-ORD for Windows verwendet: RA (Reciprocal Averaging) mit dem Parameter:

✓ Downweight rare species

Diagramm-Einstellung: Scaling → Proportion of Max

Mit Hilfe der bereits erwähnten Leitartenliste konnten Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeiger im Diagramm gekennzeichnet werden.

Veränderungen auf Artniveau auf Fläche 3

Von allen auf der Fläche 3 vorkommenden Arten wurde die Frequenzverteilung jeweils einer Art aus den Jahren 2004 und 2005 in Form eines Histogramms dargestellt, wobei jeweils alle 26 Frequenzrahmen aus einem Jahr gemeinsam berücksichtigt wurden. Anschließend wurde für jede Art der Ähnlichkeitskoeffizient der beiden Frequenzverteilungen (2004 und 2005) bestimmt. Der Ähnlichkeitskoeffizient ergibt sich aus dem Vergleich der beiden Verteilungen aus dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test (Kolmogoroff-Smirnoff Anpassungstest für zwei unabhängige Stichproben). Aus dem Testwert wurde der Wahrscheinlichkeitswert (p-Wert) bestimmt, der angibt, dass beide Verteilungen übereinstimmen. Dieses nonparametrische Verfahren (verteilungsfrei) eignet sich besonders gut, Unterschiede in den erhobenen Arten unabhängig vom Typ ihrer Frequenzverteilung zu erkennen.

Mit Hilfe eines Skripts (vgl. Kapitel 8.7, Matlab-Skript für Histogramme Veränderung auf Artniveau) wurden mit dem Programm Matlab (Mathworks Sherborn, MA, USA) die Histogramme erstellt und die Berechnung des K-S-Testwerts durchgeführt.

Die in Tab. 12 aufgelisteten Leitarten der Fläche 3 werden bei dieser Auswertung besonders berücksichtigt.

5 Ergebnisse

5.1 Lage und Beschreibung der Flächen

Die im folgenden verwendeten Begriffe „langfristig unbeweidet“ bedeuten folgendes:

- „langfristig unbeweidet“ ist seit 1990 unbeweidet
- „kurzfristig unbeweidet“ ist seit 1998 unbeweidet.

Die Lage der Dauerflächen sowie die Grenzen der Beweidung und Nichtbeweidung (vgl. Zonen B und C sowie Weidezäune) sind der Abb. 16 zu entnehmen.

Die Bodentypen wurden aktuell nicht analysiert, es kann jedoch auf die Ergebnisse von STEMMER & PEER (1993) zurückgegriffen werden. Dabei handelt es sich bei den Flächen 1 und 2 nur um vergleichbare Daten (nicht dieselben Flächen), diejenigen der Flächen 10 und 10a sind mit den früheren Untersuchungen identisch:

- das Seslerio-Caricetum sempervirentis (vgl. Flächen 1 und 2) befindet sich über kolluvialer, mehrfach überlagerter Moderrendsina
- das Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae stockt einerseits auf alpinem Pseudogley über Rauhwacke (Fläche 10), andererseits auf Moderrendsina über Braunerde (Fläche 10a).

Abb. 17 bis Abb. 24 zeigen die Flächendesigns der Dauerflächen 1 bis 3 mit den jeweiligen markanten Geländepunkten, die Lage der Grieder-Flächen in Relation zur Dauerfläche 3 sowie Übersichtsphotos von allen Flächen.

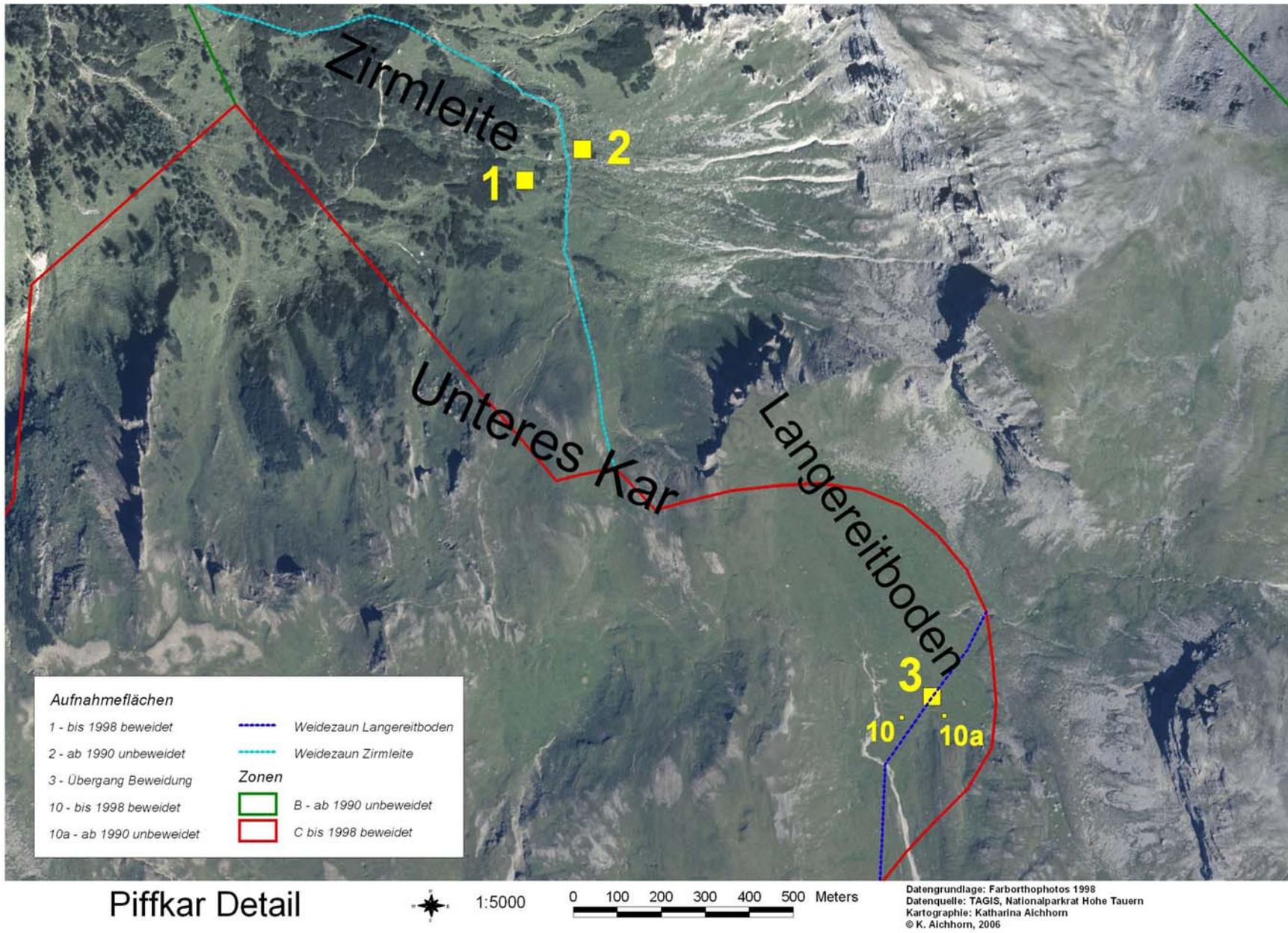


Abb. 16: Lage der Dauerflächen (orig.)

Tab. 14: Charakterisierung der Dauerflächen und der Griehser-Flächen

Fl.	Lage	Beschreibung	Nutzung	Inklination, Seehöhe	N	O	S	W
1	Zirmleite westlich des Wanderwegs (ehemaliger Weidezaun)	Seslerio-Caricetum sempervirentis mit Zwergsträuchern, einer Latschengebüschgruppe im Süden der Fläche und einigen Steinen bzw. anstehendem Fels, muldig bzw. bewegtes Mikrorelief	kurzfristig unbeweidet	durchschnittlich 19° (10 – 30°), unter 2100 msm	Graben, Rinne mit Rasenvegetation (<i>Deschampsia cespitosa</i>)	Latschenfeld, weiter oben großer Fels bzw. Weg	Latschengebüschgruppe, alpiner Rasen	Latschenfeld
2	Zirmleite, östlich des Wanderwegs (ehemaliger Weidezaun)	Seslerio-Caricetum sempervirentis mit Zwergsträuchern, viele größere Steine bzw. Felsen (tw. stark strukturiert), muldig, tw. stark bewegtes Mikrorelief	langfristig unbeweidet	durchschnittlich 18° (5 – 30°), unter 2100 msm	Rinne mit Steinen und Rasenvegetation	Latschenfeld	Graben, kleine Latschengebüschgruppe	alpiner Rasen mit Zwergsträuchern, weiter unten Weg bzw. großer Fels
3	am südwestlichen Ende des Langereitbodens	Elynetum myosuroides, <i>Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae</i> , leicht bewegtes Mikrorelief, einige Murmeltierbauten	kurzfristig und langfristig unbeweidet (vgl. Abb. 21)	durchschnittlich 15° (5 – 25°), ca. 2200 msm	alpiner Rasen	großer Felsblock, Schutthalde, Hang	alpiner Rasen, Mulde bzw. Rücken	alpiner Rasen
10	am südwestlichen Ende des Langereitbodens, ca. 35 m westlich Fläche 3	<i>Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae</i> mit Schneearten	kurzfristig unbeweidet	durchschnittlich 5° (0 – 10°), ca. 2200 msm	alpiner Rasen, Murmeltierbau	alpiner Rasen	alpiner Rasen	alpiner Rasen
10a	am südwestlichen Ende des Langereitbodens, ca. 10 m südlich Fläche 3	<i>Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae</i> mit Schneearten	langfristig unbeweidet	durchschnittlich 15° (5 – 25°), ca. 2200 msm	alpiner Rasen	alpiner Rasen, steiniger Hang	Hang	alpiner Rasen, Mulde

Fläche 1 (kurzfristig unbeweidet)

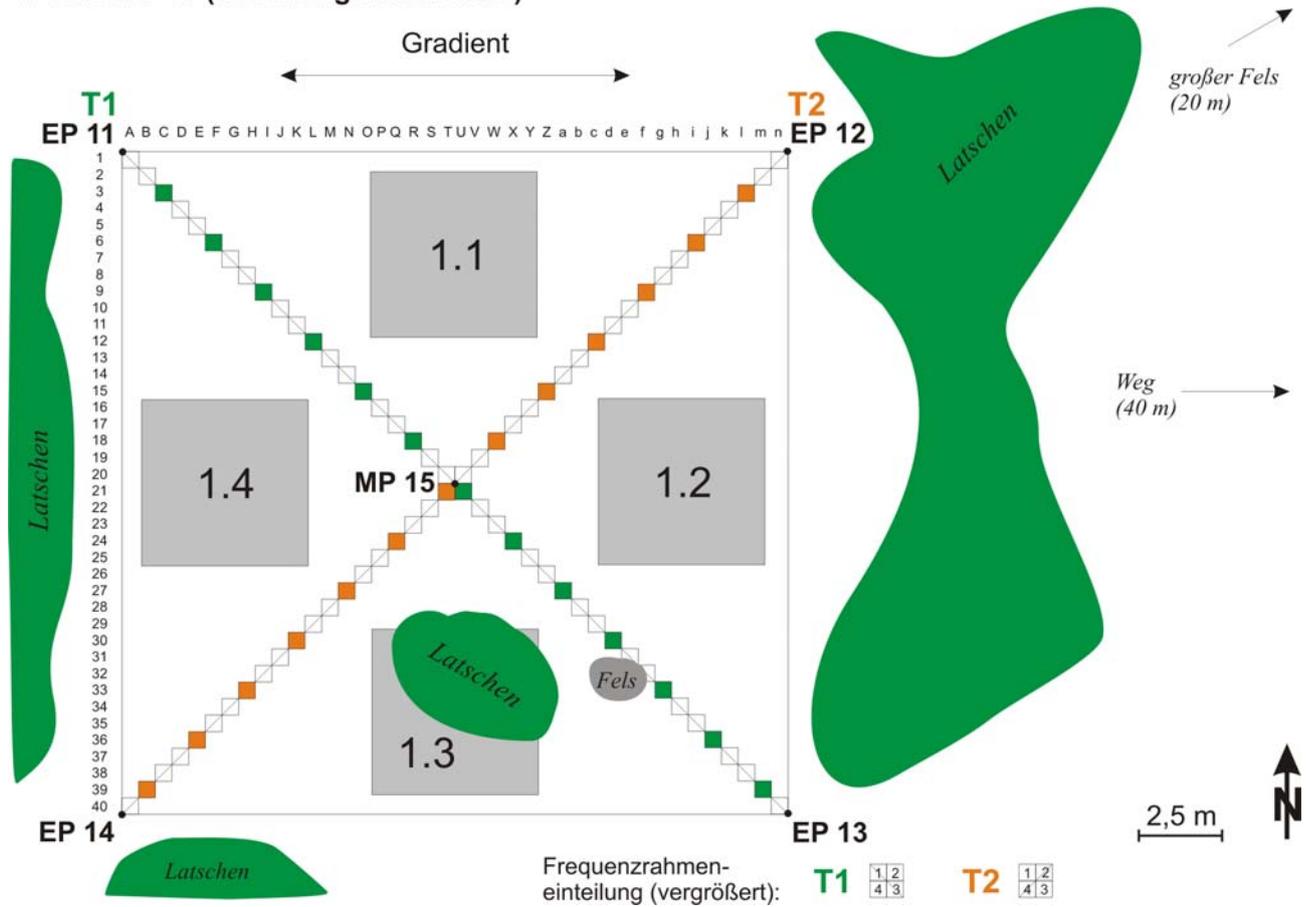


Abb. 17: Design Dauerfläche 1 inkl. markante Geländepunkte, EP = Eckpunkt, MP = Mittelpunkt, T = Transekt (orig.)



Abb. 18: Übersichtsfoto Dauerfläche 1 von Norden Richtung Edelweißspitze und Fuscherkarkopf (orig.)

Fläche 2 (langfristig unbeweidet)

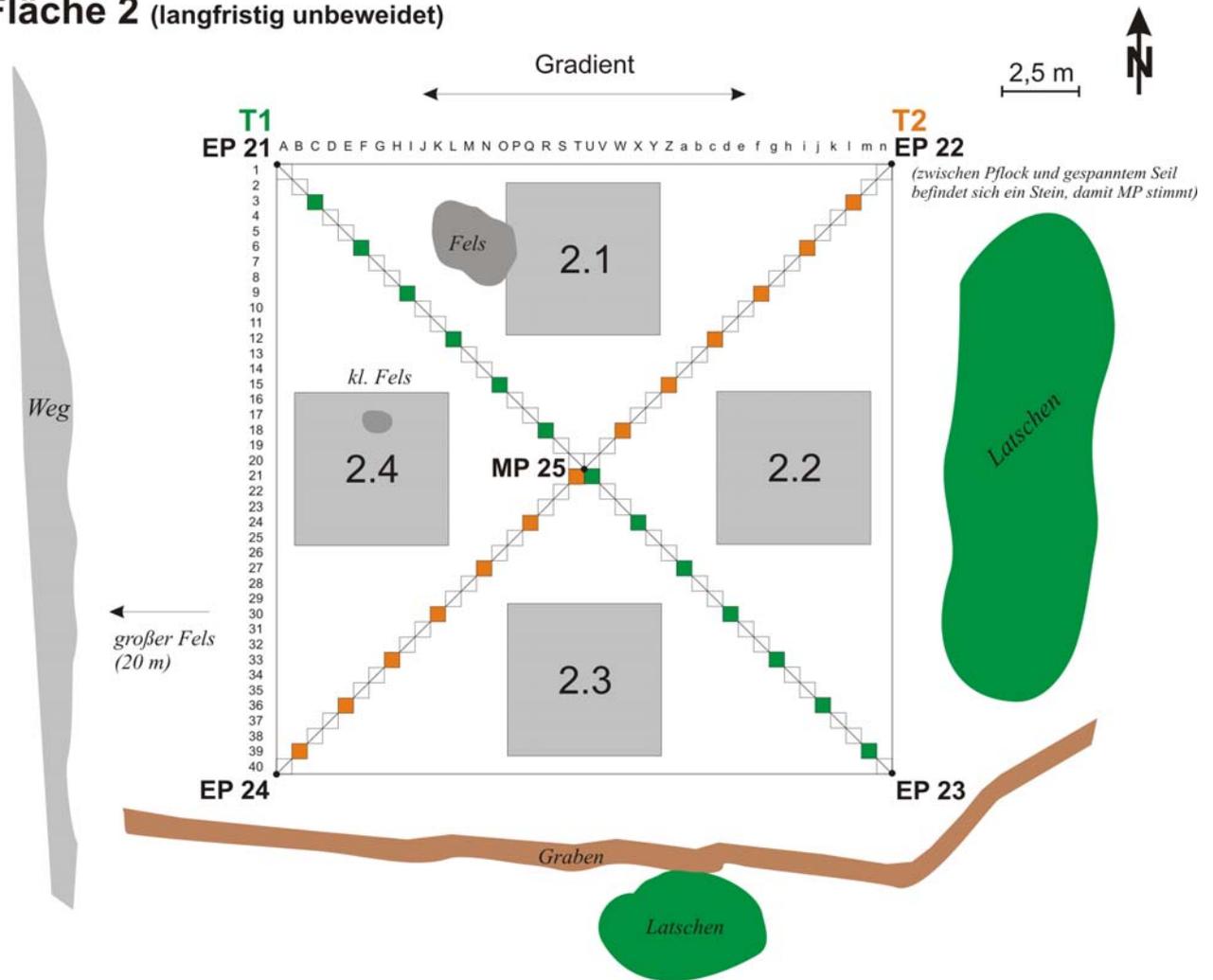


Abb. 19: Design Dauerfläche 2 inkl. markante Geländepunkte, EP = Eckpunkt, MP = Mittelpunkt, T = Transekt (orig.)



Abb. 20: Übersichtsfoto Dauerfläche 2 von Westen Richtung „Kessel“ (orig.)

Fläche 3 (lang- und kurzfristig unbeweidet)

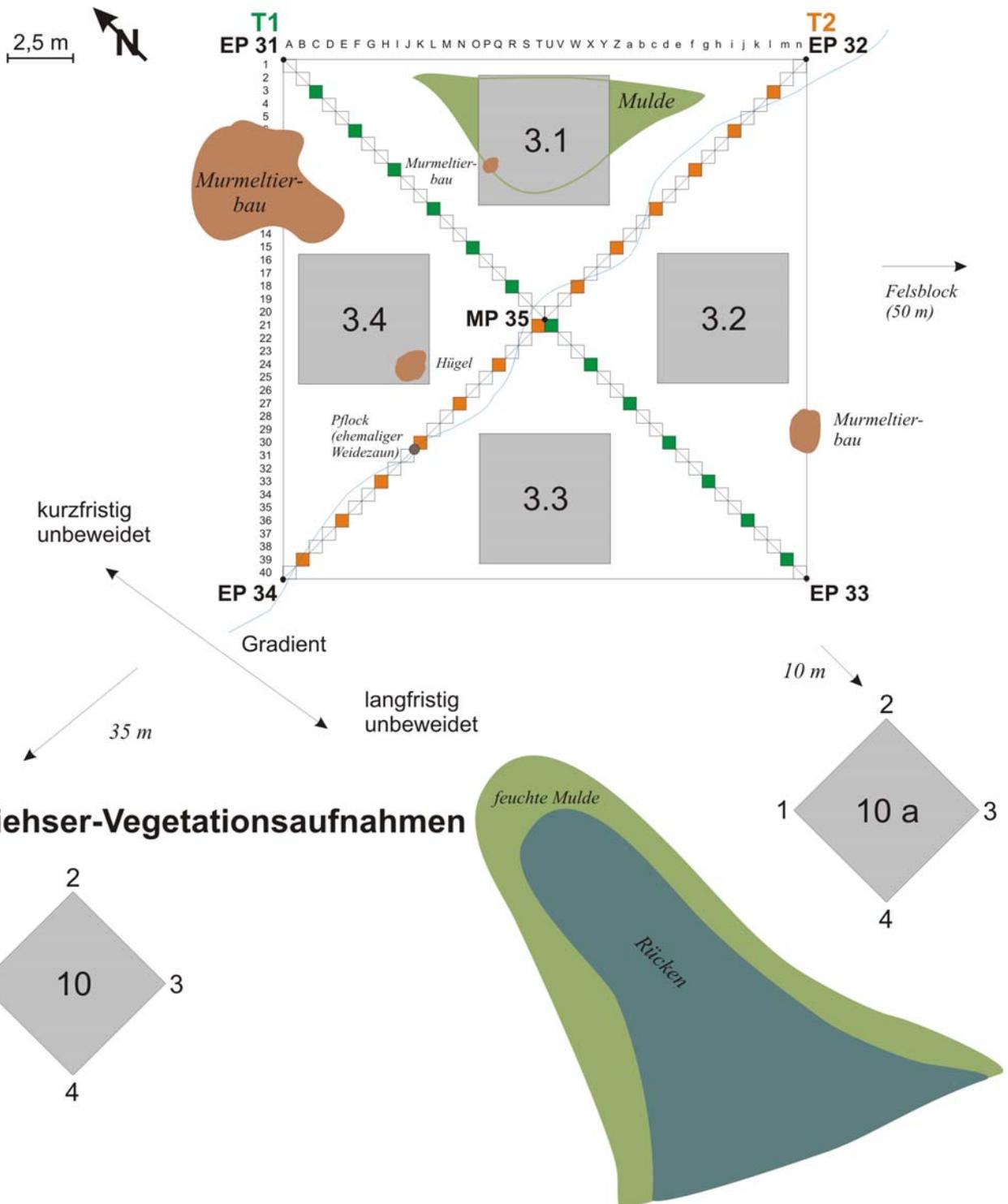


Abb. 21: Design Dauerfläche 3 inkl. markante Geländepunkte, EP = Eckpunkt, MP = Mittelpunkt, T = Transekt (orig.)



Abb. 22: Übersichtphoto Dauerfläche 3 von Norden Richtung Kendlkopf (orig.)



Abb. 23: Griehser-Fläche 10a von Süden mit Dauerfläche 3 im Hintergrund (orig.)



Abb. 24: Griehser-Fläche 10 von Südwesten mit Fläche 3 im Hintergrund (orig.)

5.1.1 Zielsetzungen bzw. Fragestellungen der einzelnen Flächen

Dauerflächen 1 und 2

Die Dauerfläche 2 ist mit Inkrafttreten des Sonderschutzgebietes Piffkar bzw. mit der Errichtung des Weidezaunes (vgl. Abb. 16 bzw. Karte Piffkar Übersicht Kapitel 8.4) seit 1990 außer Beweidung gestellt. Bis zum Jahr 1998 war die Dauerfläche 1 beweidet, wodurch sich ein Beweidungsunterschied von 9 Jahren zwischen diesen beiden Flächen ergibt. Beide befinden sich in einer Seehöhe von unter 2100 msm. Durch die Außernutzungstellung bleiben einerseits Beweidung andererseits weideverbessernde Maßnahmen wie Schwenden aus. Somit ist in dieser Seehöhe eine Sukzession in Richtung Zwergstrauchheide und/oder Latschengebüsch zu erwarten. Wie in Abb. 17 und Abb. 18 zu sehen, ist die Dauerfläche 1 bereits jetzt von Latschen umgeben bzw. befindet sich direkt in der Fläche eine Latschengruppe. Auch im Osten und Süden der Dauerfläche 2 (vgl. Abb. 19) sind eine große bzw. eine kleine Latschengruppe anzutreffen.

Aufgrund der Auswahl der Dauerflächen und den oben genannten Voraussetzungen ergeben sich folgende zwei Aspekte für die jetzige bzw. zukünftige Auswertung:

- Ergibt sich durch die unterschiedliche „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren ein Unterschied zwischen Dauerfläche 1 und 2?
- Was bewirkt die fehlende Beweidung langfristig? Wie verläuft die Sukzession?

Dauerfläche 3 und Griehser-Flächen

Die Dauerfläche 3 weist direkt in der Fläche einen Beweidungsdauerunterschied von 9 Jahren auf. Im Jahr 1990 wurde ein Weidezaun errichtet, dessen ungefähre Verlauf Abb. 16 bzw. Karte Piffkar Übersicht Kapitel 8.4 zu entnehmen ist. Ein Pflock markiert noch jetzt die genaue Grenze im Gelände. So ist der südöstliche Teil der Dauerfläche 3 seit 1990 (langfristig) und der nordwestliche Teil seit 1998 (kurzfristig) unbeweidet. Eine ähnliche Situation kann bei den Griehser-Flächen 10 und 10a vorgefunden werden. Auch diese beiden Flächen waren bis 1998 durch den bereits erwähnten Weidezaun getrennt. Die höher gelegene Griehser-Fläche 10a ist somit langfristig und die Fläche 10 kurzfristig unbeweidet.

Aufgrund der eben genannten Voraussetzungen ergeben sich folgende zwei Aspekte für die jetzige bzw. zukünftige Auswertung:

- Gibt es aufgrund der unterschiedlichen „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren innerhalb der Dauerfläche 3 einen Gradienten?
- Haben sich die Griehser-Flächen seit 1996 verändert? Spielt die unterschiedliche „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren dabei eine Rolle? (Vergleich der Vegetationsaufnahmen 1992-1996 mit der Situation 2004 bzw. 2005 sowie der Fläche 10 und 10a untereinander)

5.2 Pflanzensoziologische Auswertung aller Vegetationsaufnahmen

Eine Übersicht über die gesamten Aufnahmen erhält man anhand der Vegetations-Gesamttabelle (vgl. Beilage 1, Analyse mit 1 Cutlevel = Präsenz-Absenz). Sie diene im Folgenden für Vergleiche mit den anderen Gesamtauswertungen aus Cluster- und Korrespondenzanalysen. Eine nähere Charakterisierung der Aufnahmen- und Artengruppen erfolgte nicht anhand dieser Gesamttabelle. Da schon im ersten Teilungsschritt die Aufnahmen der Dauerflächen 1 & 2 von denen der Fläche 3 und der Griehser-Flächen getrennt wurden, werden diese Bereiche nun anhand der Teiltabellen näher beschrieben.

5.2.1 Dauerflächen 1 und 2

Wertet man die entsprechende Vegetations-Teiltabelle (vgl. Beilage 2, Analyse mit 7 Cutlevels) aus, so lassen sich diese beiden Dauerflächen dem **Seslerio-Caricetum sempervirentis** Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 (Blaugras-Horstseggenhalde, s. GRABHERR et al., 1993 sowie OBERDORFER, 1974/76) zuordnen. Der Großteil der hochsteten Arten (besonders die Artengruppe um *Carex sempervirens* und *Sesleria albicans*) sind typische Elemente dieser Blaugrasrasen.

Allerdings sind zwischen den Dauerflächen sowie innerhalb der jeweiligen Flächen einige pflanzensoziologische Unterschiede vorhanden. Durch die Twinspan-Analyse, bei der die gesamte

Deckungsskala berücksichtigt wurde, d. h. 7 cuts erfolgten, werden die Vegetationsaufnahmen 1.1 bis 1.3 im ersten Schritt von den anderen Aufnahmen getrennt. Dabei besitzen 1.1 und 1.2 zudem eine größere Ähnlichkeit. In der anderen Aufnahmegruppe wird 1.4 im nächsten Schritt von den Aufnahmen der Dauerfläche 2 getrennt, die bis auf 2.2 untereinander eine große Ähnlichkeit aufweisen.

Vegetationsaufnahmen 1.1 und 1.2

Charakteristisch sind die hohe Deckung von *Carex sempervirens* und *Helianthemum grandiflorum* s.lat., aber auch von *Poa alpina* und *Leontodon hispidus*, die als klassische Beweidungszeiger einzustufen sind. Außerdem ist hauptsächlich auf diesen Flächen die inhomogene Artengruppe um *Trifolium pratense* ssp. *nivale* ausgebildet. Einige Schneeboden-Arten (Artengruppe um *Potentilla brauneana*) treten ebenso hinzu wie die Arten um *Callianthemum coriandrifolium*, die überwiegend auf flachgründigem silikatischem Untergrund vorkommen. Diese Arten, u.a. auch *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*, können als Trennarten angesehen werden, die 1.1 und 1.2 von den restlichen Aufnahmen separieren.

Zusammenfassend kann folgende Ausbildung abgegrenzt werden:

→ Seslerio-Caricetum sempervirentis, **Ausbildung mit *Callianthemum coriandrifolium***

Vegetationsaufnahme 1.3

Bei dieser Aufnahme ist ebenfalls eine hohe Deckung von *Carex sempervirens* und *Helianthemum grandiflorum* s.lat. gegeben. Außerdem treten *Carex ferruginea* und *Dryas octopetala* stärker hinzu. Insgesamt sind ähnliche Artengruppen wie oben vorhanden, außer dass hier die Arten um *Callianthemum coriandrifolium* beinahe völlig ausbleiben. Zusätzlich tritt die Artengruppe um *Deschampsia cespitosa* bzw. *Pinus mugo* (Strauchschicht) auf, die bei den restlichen Aufnahmen fehlt.

Zusammenfassend kann folgende Ausbildung abgegrenzt werden:

→ Seslerio-Caricetum sempervirentis, **Ausbildung mit *Deschampsia cespitosa* und *Pinus mugo* (Strauchschicht)**

Vegetationsaufnahme 1.4

Kennzeichnend für diese Aufnahme ist die hohe Deckung von *Rhododendron hirsutum*, wie sie auch bei den übrigen Aufnahmen der Dauerfläche 2 vorkommt. Zudem treten weitere Sträucher verstärkt hinzu: *Pinus mugo* (Krautschicht) und *Juniperus communis* ssp. *alpina*. Im Gegensatz dazu bleiben einige typische Arten der Blaugrasrasen, wie z. B. *Luzula glabrata*, aus. Zudem besitzt *Carex ferruginea* eine höhere Deckung als *Carex sempervirens* bzw. *Sesleria albicans*. Im Vergleich zu den übrigen Aufnahmen der Dauerfläche 1 weist 1.4 eine geringere Artenzahl auf.

Zusammenfassend kann folgende Ausbildung abgegrenzt werden:

→ Seslerio-Caricetum sempervirentis, **Ausbildung mit *Rhododendron hirsutum* (dominant)**

Vegetationsaufnahmen 2.1, 2.3 und 2.4

Im Vergleich zu Dauerfläche 1 sind hier niedrigere Artenzahlen vorhanden. Zudem besitzen die Beweidungszeiger *Poa alpina* und *Leontodon hispidus* deutlich geringere Deckungen. Charakteristisch für diese Aufnahmen sind die Dominanz von *Rhododendron hirsutum* (bei 2.4 etwas weniger ausgebildet) sowie die im Vergleich zu *Carex sempervirens* höhere Deckung von *Carex ferruginea* (ausgenommen bei 2.1). Die Arten um *Carex firma*, die hauptsächlich auf kalkhaltigen Steinrasen bzw. Fels vorkommen, können als Trennarten für diese Aufnahmegruppe angesehen werden. Allerdings ist diese Artengruppe nicht so deutlich ausgebildet.

Zusammenfassend kann folgende Ausbildung abgegrenzt werden:

→ Seslerio-Caricetum sempervirentis, **Ausbildung mit *Rhododendron hirsutum* (dominant) und *Carex firma*-Artengruppe**

Vegetationsaufnahmen 2.2

Diese Aufnahme unterscheidet sich vor allem durch ihre hohen Deckungen von *Carex sempervirens*, *Helianthemum grandiflorum* s.lat. und *Dryas octopetala* von den restlichen Aufnahmen der

Dauerfläche 2. Während zudem die Artengruppe um *Carex firma* beinahe völlig fehlt, treten *Poa alpina* und *Leontodon hispidus* wiederum stärker hinzu. Die auch bei den Aufnahmen 1.1 und 1.2 vorhandene inhomogene Artengruppe um *Trifolium pratense* ssp. *nivale* ist hier ebenfalls schwach ausgebildet, wobei jedoch die Arten der Magerrasen wie *Oxytropis campestris* ssp. *campestris* überwiegen.

Zusammenfassend kann folgende Ausbildung abgegrenzt werden:

→ Seslerio-Caricetum sempervirentis, **Ausbildung mit *Helianthemum grandiflorum* s.lat. (dominant)**

5.2.2 Potentiell natürliche Vegetation der Dauerflächen 1 und 2

Nach Einstellung der Beweidung alpiner Rasen im Piffkar in einer Meereshöhe von ca. 2100 msm kann eine Sukzession Richtung Zwergstrauchheide bzw. Latschengebüsch erfolgen. Bei GRABHERR et al. (1993) bzw. WALLNÖFER (1993a) erfolgt eine pflanzensoziologische Trennung von Alpenrosenheiden und Latschengebüschen in **Rhododendretum hirsuti** Lüdi 1921 (Zwergstrauchgebüsche mit Bewimperter Alpenrose) und **Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti** (Aichinger 1933) Br.-Bl. et Sissingh in Br.-Bl. et al. 1939 em. Wallnöfer hoc loco (Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüsch). Wohingegen bei OBERDORFER (1992, bearbeitet von SEIBERT, 1985) eine Zusammenfassung zu finden ist, das **Erico-Rhododendretum hirsuti** (Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 39) Oberd. in Oberd. et al. 67 (Schneeheide-Alpenrosengebüsch).

Kennzeichnend für die Alpenrosenheide ist die Dominanz von *Rhododendron hirsutum*, wobei einige Arten der umliegenden alpinen Rasen wie *Sesleria albicans* als konstante Begleiter zu finden sind. *Pinus mugo* tritt laut GRABHERR et al. (1993) meist erst zu den Alpenrosengebüschen, wenn sich tiefgründigere Tangelreidsinen ausgebildet haben. In den Latschengebüschen, die eine hohe Moosbedeckung aufweisen, kommen dann auch weitere Zwergsträucher subdominant hinzu (vgl. WALLNÖFER, 1993a).

SEIBERT (1985), der Alpenrosen- und Latschengebüsche nicht trennt, weist darauf hin, dass diese Gesellschaft in weniger steilen Lagen meist aus Weiden hervorgegangen ist und daher noch häufig Beweidungszeiger im Unterwuchs zu finden sind.

Gemäß WALLNÖFER (1993a) handelt es sich bei den Latschengebüschen vielfach um Regressionsstadien, d. h. vorangegangene Stadien im natürlichen Sukzessionsprozess. Für das Piffkar bedeutet dies, dass aufgrund der Beweidungsauffassung im Endeffekt eine Regeneration des Waldbestandes zu erwarten ist, d. h. dass es zu einer Rückverschiebung der Baumgrenze nach oben kommen kann. Dann treten Elemente des subalpinen Silikat-Lärchen-Zirbenwaldes (**Larici-Pinetum cembrae** Ellenberg 1963, vgl. WALLNÖFER, 1993b) hinzu, was auch durch den Flurnamen „Zirmleite“ bestätigt wird. Diese Gesellschaft, die in den Ostalpen in einer Meereshöhe von 1800 bis 2400 msm ausgebildet ist, wird charakterisiert durch Lärche und Zirbe, zahlreiche Zwergsträucher, Flechten sowie überwiegend azidophile (säureliebende) Arten in der Krautschicht. In durch Beweidung gestörten Beständen dominiert häufig *Larix decidua*, während sich *Pinus cembra* aufgrund ihres langsameren Wachstums nur zögerlich regeneriert (WALLNÖFER, 1993b).

5.2.3 Dauerfläche 3 und Griehser-Flächen

Anhand der entsprechenden Vegetations-Teiltabelle (vgl. Beilage 3, Analyse mit 5 Cutlevels) erkennt man, dass die Dauerfläche 3 sowie die Griehser-Flächen nicht eindeutig einer einzigen Pflanzengesellschaft zugeordnet werden können. Einerseits gehören viele der durchgängigen Arten zu den Charakterarten des **Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae** Heiselmayer in Ellmauer et Mucina 1993 (s. ELLMAUER & MUCINA, 1993), andererseits sind zahlreiche Elemente des **Elynetum myosuroides** Rübél 1911 (Nacktriedrasen der Alpen, s. GRABHERR, 1993b) sowie des **Salicetum herbaceae** Rübél 1911 (Krautweiden-Spalier, s. ENGLISCH, 1993) vorhanden. Aufgrund der engen Verzahnung mit den umgebenden Rasen dringen zudem zahlreiche Arten der Blaugras-Horstseggenhalde, aber auch des Krummseggenrasens ein. Diese Vielfalt an Pflanzengesellschaften auf engem Raum spiegelt einerseits das stark variierende Mikrorelief, andererseits die Heterogenität des Ausgangsgesteins wider.

Durch die Twinspan-Analyse, bei der die Deckungsskala nach Braun-Blanquet verwendet wurde, werden die Vegetationsaufnahmen von Griehser (10 und 10a) aus den Jahren 1992 bis 1996 im

ersten Schritt von den aktuelleren Aufnahmen getrennt. Innerhalb der Aufnahmen aus den 90er Jahren ergibt sich weiters ein deutlicher Unterschied zwischen der kurzfristig sowie der langfristig unbeweideten Fläche. In der Gruppe der aktuellen Aufnahmen zeigen die Aufnahmen 3.2 und 3.4 eine größere Ähnlichkeit als 3.3 und 10 bzw. 10a. Die Aufnahme 3.1 hingegen wird nach ihren Jahrgängen zwischen diesen Gruppen aufgeteilt.

Vegetationsaufnahmen 3.2 und 3.4

Diese beiden nord- bzw. westexponierten Aufnahmen sind gekennzeichnet durch die hohe Deckung von *Kobresia myosuroides* einerseits sowie von den Beweidungszeigern *Potentilla aurea*, *Leontodon hispidus* und *Ranunculus montanus* andererseits. Die Artengruppe um *Deschampsia cespitosa*, zu denen die beiden letztgenannten Arten sowie *Poa alpina* gehören, ist hier allerdings etwas geringer deckend ausgebildet als bei der Aufnahmengruppe um 3.3. Die inhomogenen Artengruppen um *Festuca nigrescens* sowie *Primula minima*, die jeweils nur bei den aktuelleren Aufnahmen vertreten sind, enthalten ebenfalls Arten saurer Weiden, aber auch Arten der Nacktriedrasen.

Charakteristisch für diese Aufnahmen ist zudem die Artengruppe um *Potentilla brauneana*, die hier ebenso wie die schwach ausgebildete Artengruppe um *Leucanthemopsis alpina* auf den Einfluss von Schneeboden-Arten hinweist. Letztere tritt allerdings lediglich im Erhebungsjahr 2005 auf. Als Trennartengruppe, die diese beiden Aufnahmen von den übrigen abgrenzt, können die Arten um *Carex sempervirens* angesehen werden. Diese Arten kommen hauptsächlich auf kalkhaltigen Stein- und Magerrasen vor.

Zusammenfassend kann folgende Gesellschaft abgegrenzt werden:

→ **Elynetum myosuroides, Ausbildung mit *Deschampsia cespitosa*, *Festuca nigrescens* und *Carex sempervirens***

Vegetationsaufnahme 3.1

Diese nordexponierte Aufnahme variiert zwischen den Jahren 2004 und 2005 so stark, dass sie mittels Twinspan teilweise zur oben genannten, teilweise zur unten beschriebenen Gruppe eingestuft wird. Für die pflanzensoziologische Benennung wird die Aufnahme aus dem Jahr 2005 herangezogen.

Im Gegensatz zu oben ist *Kobresia myosuroides* mit geringerer Deckung vorhanden, außerdem fehlt die Artengruppe um *Carex sempervirens* vollständig. Andererseits weisen die Beweidungszeiger *Potentilla aurea*, *Leontodon hispidus* und *Ranunculus montanus* im Vergleich zu oben beschriebenen Aufnahmen ebenfalls eine hohe Deckung auf. *Deschampsia cespitosa* tritt hingegen mit einer höheren Dominanz auf, so wie es auch bei den nachstehenden Aufnahmen der Fall ist.

Zudem ist für die Aufnahme 3.1 charakteristisch, dass die Schneebodenarten um *Leucanthemopsis alpina* und *Potentilla brauneana* im Jahr 2004 fehlen. In diesem Jahr ist die Gesamtartenzahl auch deutlich geringer, was dieser Aufnahme eine höhere Ähnlichkeit mit der nachstehenden Gruppe gibt.

Zusammenfassend kann folgende Gesellschaft abgegrenzt werden:

→ **Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit *Kobresia myosuroides* und *Leucanthemopsis alpina***

Vegetationsaufnahmen 3.3 sowie 10 und 10a aus den Jahren 2004 & 2005

Im Gegensatz zu oben genannten Aufnahmen ist bei den nach Südwesten exponierten Aufnahmen eine durchschnittlich geringere Artenzahl gegeben. Typische Elemente der Schneeböden, wie sie oben angeführt wurden, sind nicht in hohem Ausmaß vertreten.

Charakteristisch für diese Aufnahmen sind die hohen Deckungen von *Deschampsia cespitosa* und *Poa alpina*. Weitere Beweidungszeiger wie *Potentilla aurea* und *Leontodon hispidus* und *Ranunculus montanus* treten ebenfalls stark auf. Andererseits ist *Kobresia myosuroides* lediglich in den Aufnahmen 3.3 und 10 mit einer ähnlich hohen Deckung zu finden. Die inhomogenen Artengruppen um *Festuca nigrescens* sowie *Primula minima*, die Arten saurer Weiden, aber auch Arten der Nacktriedrasen enthalten, sind schwach ausgebildet.

Als Trennarten, die lediglich für diese Aufnahmengruppe typisch sind, kommen mit einer geringen Stetigkeit Arten der flachgründigen Steinrasen, wie z. B. *Potentilla crantzii* und *Helianthemum alpestre*, vor.

Zusammenfassend kann folgende Gesellschaft abgegrenzt werden:

→ **Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit *Kobresia myosuroides***

Vegetationsaufnahme 10 aus den Jahren 1992 bis 1996 (erhoben von B. Griehser)

Sowohl dieser als auch der folgenden Aufnahmengruppe sind die Arten um *Sibbaldia procumbens* und *Sagina saginoides* gemeinsam, die bei den obigen Aufnahmen komplett fehlen. In dieser Artengruppe sind beinahe ausschließlich Arten zu finden, die Schneeböden besiedeln. Die inhomogene Artengruppe um *Potentilla brauneana*, bei der Schneeboden- und Magerrasen-Arten zusammengefasst sind, ist hier ebenfalls vertreten. Prägend für das Vegetationsbild sind jedoch die Beweidungszeiger um *Deschampsia cespitosa*. Auch *Crepis aurea* weist eine hohe Deckung auf, wohingegen die Artengruppe um *Potentilla aurea* nur schwach ausgebildet ist.

Kennzeichnend für diese Gruppe, die sie von nachstehenden Aufnahmen unterscheidet, ist die höhere Deckung von *Kobresia myosuroides*. Des Weiteren ist die inhomogene Artengruppe um *Agrostis capillaris* lediglich hier zu finden. Sie umfasst Arten der Magerrasen, der Nacktriedrasen sowie der Schneeböden.

Zusammenfassend kann folgende Gesellschaft abgegrenzt werden:

→ **Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit *Sibbaldia procumbens* und *Agrostis capillaris***

Vegetationsaufnahme 10a aus den Jahren 1992 bis 1996 (erhoben von B. Griehser)

Wie bereits beschrieben sind für diese Aufnahmen einerseits Schneebodenarten (*Sibbaldia procumbens*, *Sagina saginoides* und *Potentilla brauneana*), andererseits Beweidungszeiger (*Deschampsia cespitosa*, *Crepis aurea* und *Potentilla aurea*) charakteristisch. *Kobresia myosuroides* tritt hier mit geringerer Deckung auf. Die inhomogene Artengruppe um *Agrostis capillaris* fehlt.

Zusammenfassend kann folgende Gesellschaft abgegrenzt werden:

→ **Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit *Sibbaldia procumbens***

5.2.4 Potentiell natürliche Vegetation der Dauerfläche 3 und der Griehser-Flächen

In einer Meereshöhe von durchschnittlich 2200 msm sind im Piffkar zonale alpine Rasen, azonale Vegetationseinheiten wie Schuttfluren sowie extrazonale Windkanten- und Schneeboden-Gesellschaften zu erwarten. Es herrscht ein Vegetationsmosaik mit kleinflächiger Verzahnung der Assoziationen vor, wobei häufig lediglich Übergangsstadien abgegrenzt werden können. Die Dauerfläche 3 ist sehr inhomogen und wird hauptsächlich durch mikroklimatische bzw. edaphische Faktoren geprägt. Auch nach Einstellung der Beweidung werden diese Faktoren ausschlaggebend für das Vegetationsbild sein.

So sind in den Kuppenbereichen der Dauerfläche 3 Nacktriedrasen zu erwarten. Kennzeichnende Arten für die typische Ausbildung des **Elynetum myosuroides** sind *Kobresia myosuroides* (dominant) sowie zahlreiche Arten, die Nährstoffarmut, Flachgründigkeit und großen Windeinfluss tolerieren. Dazu zählen auch viele Strauchflechten-Arten.

In den Muldenbereichen der Fläche 3 sowie auf den Griehser-Flächen hingegen können sich Schneeboden-Gesellschaften ausbilden. Allerdings fehlen in den aktuellen Jahren wichtige Arten der Krautweiden-Schneeböden wie *Salix herbacea*, *Sibbaldia procumbens* und *Sagina saginoides*, die bei den Aufnahmen von Barbara Griehser aus den Jahren 1992 bis 1996 noch vertreten waren. Da zudem in einigen aktuellen Aufnahmen die Krummsegge auftritt, ist eine Sukzession Richtung **Hygrocaricetum curvulae** Braun 1913 (Chionophile Krummseggenrasen, s. GRABHERR, 1993a) wahrscheinlich. Diese Krummseggenrasen auf Schneeböden enthalten einerseits zahlreiche Arten der Schneeböden, andererseits aber auch Elemente des Krummseggenrasens mit *Carex curvula* ssp. *curvula*. GRIEHSER & PFEIFER (1998) beschreiben für das Piffkar Hygrocariceten aus Übergangsbereichen zwischen Mulden und Kuppen, wobei als typische Arten u.a. *Agrostis rupestris*, *Avenula versicolor*, *Carex curvula* ssp. *curvula*, *Leontodon helveticus* sowie *Gnaphalium supinum*, *Sibbaldia procumbens*, *Soldanella pusilla*, *Veronica alpina* und *Leucanthemopsis alpina* angeführt werden.

Wenn die langfristige Tendenz eines Klimawandels mit reduzierter und kürzerer Schneebedeckung gegeben sein sollte, kann die weitere Sukzession auch zum **Caricetum curvulae** Rübel 1911 (Typischer Krummseggenrasen, s. GRABHERR, 1993a) erfolgen. Derzeit scheint aber noch ein größeres Schmelzwasservorkommen vorhanden zu sein, da die Dominanz von *Deschampsia cespitosa* laut GRABHERR (1993a) darauf hinweist.

Tab. 15: Nummerierung der 10 Pflanzensoziologischen Einheiten (gemäß Reihenfolge Aufnahmegruppen Twinspan-Gesamttabelle, vgl. Beilage 1)

	Pflanzensoziologische Einheit	zugeordnete Vegetationsaufnahmen
1	Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit <i>Sibbaldia procumbens</i> und <i>Agrostis capillaris</i>	10 1992-96
2	Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit <i>Sibbaldia procumbens</i>	10a 1992-96
3	Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit <i>Kobresia myosuroides</i>	3.3, 10, 10a 2004-05
4	Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Ausbildung mit <i>Kobresia myosuroides</i> und <i>Leucanthemopsis alpina</i>	3.1.
5	Elynetum myosuroides, Ausbildung mit <i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Festuca nigrescens</i> und <i>Carex sempervirens</i>	3.2, 3.4
6	Seslerio-Caricetum sempervirentis, Ausbildung mit <i>Callianthemum coriandrifolium</i>	1.1, 1.2
7	Seslerio-Caricetum sempervirentis, Ausbildung mit <i>Deschampsia cespitosa</i> und <i>Pinus mugo</i> (Strauchschicht)	1.3
8	Seslerio-Caricetum sempervirentis, Ausbildung mit <i>Helianthemum grandiflorum</i> s.lat. (dominant)	2.2
9	Seslerio-Caricetum sempervirentis, Ausbildung mit <i>Rhododendron hirsutum</i> (dominant)	1.4.
10	Seslerio-Caricetum sempervirentis, Ausbildung mit <i>Rhododendron hirsutum</i> (dominant) und <i>Carex firma</i> -Artengruppe	2.1, 2.3, 2.4

In den Abb. 25 bis 29, Abb. 37 und Abb. 38 werden für die Dauerflächen folgende Symbole verwendet:

- ▲ 1 = Fläche 1
- ▲ 2 = Fläche 2
- ▲ 3 = Fläche 3
- 4 = Griehser-Flächen 2004, 2005
- 9 = Griehser-Flächen 1992-1996

In den oben genannten Abbildungen werden folgende Abkürzungen verwendet:

- ARTZAHL: Gesamtartenzahl
- D_KS: Deckung der Krautschicht
- D_GESAMT: Gesamtdeckung
- EXPO: Exposition
- INCL: Inklination
- MSM: Seehöhe
- F_QUAL: mittlere Feuchtezahl (qualitativer Zeigerwert)
- L_QUAL: mittlere Lichtzahl (qualitativer Zeigerwert)
- N_QUAL: mittlere Nährstoffzahl (qualitativer Zeigerwert)
- R_QUAL: mittlere Reaktionszahl (qualitativer Zeigerwert)

5.3 Clusteranalyse und Ordination aller Vegetationsaufnahmen

5.3.1 Clusteranalyse (Klassifikation)

Beim Average Linkage (group average) Verfahren erfolgt die Clusterbildung mit Hilfe der Mittelwerte der paarweisen Abstände, zwischen den Elementen der beiden Cluster. Ergebnis ist eine starke Auftrennung zwischen den Clustern bei gleichzeitiger Bildung kompakter Cluster. Das Complete Linkage Verfahren (maximum oder farthest neighbor method) verwendet den größten Abstand zwischen einem Element des ersten und einem Element des zweiten Clusters als Abstandsmaß. Hierbei werden kompakte Cluster von ungefähr gleicher Größe gebildet (DIPPON et. al, 2005).

Abb. 25 und 26 und zeigen das Dendrogramm aller 38 Vegetationsaufnahmen nach dem Average Linkage bzw. Complete Linkage Verfahren.

Bei der Interpretation von Dendrogrammen gilt laut DIERSCHKE (1994: 357) der Grundsatz: "je verwandter die Einheiten, auf desto niedrigerer Ebene werden sie verbunden". So werden die Vegetationsaufnahmen 1.4, 2.1, 2.4 aus den Jahren 2004 und 2005 bei beiden Linkageverfahren schon in den ersten Durchgängen zu jeweils einer Gruppe zusammengefasst (vgl. Abb. 25 und 26). Auch bei den Griehser-Flächen bilden sich gleich zu Beginn kleine kompakte Gruppen wie 10a 1992-94, 10 1992 und 1994, 10 1995 und 10a 95-96 sowie 10 1996 und 2005. Unterschiede bei den beiden Linkage-Verfahren ergeben sich vor allem bei den Großgruppen:

- Average Linkage (Abb. 25): Hier erfolgt eine schöne Clusterbildung mit zwei Großgruppen, d. h. Trennung in FL 1 und 2 sowie FL 3 und Griehser. Die Aufnahme 2.2 aus den Jahr 2005 (Nr. 30) stellt einen Ausreißer dar, da diese erst im letzten Durchlauf an die genannte Großgruppe angehängt wird. Dies ist beim Complete-Linkage-Dendrogramm nicht der Fall, ebenso werden die Aufnahmen 2.2 aus den Jahr 2004 und 2005 (6, 30) bei der Twinspan-Analyse (Gesamt- und Teiltabelle siehe Beilagen 1 und 2) zur gleichen pflanzensoziologischen Einheit gezählt bzw. befinden sie sich auch bei der Korrespondenzanalyse (Gesamt- sowie Darstellung Flächen 1 und 2) in räumlicher Nähe. Beim Cluster FL 3 und Griehser erfolgt weiters eine schöne Aufspaltung in die Aufnahmen der Fläche 3 und denjenigen von Griehser (1992-96, 2004, 2005), wobei hier die Griehser Flächen eine kompakte Gruppe bilden und die Aufnahmen der Fläche 3 in zwei Teilschritten angehängt werden.
- Complete Linkage (Abb. 26): Hier werden drei kompakte Cluster gebildet, bestehend aus den Aufnahmen der Fläche 3 und Griehser-Flächen, v.a. denen der Fläche 2 sowie v.a. denen der Fläche 1. Die Gruppen werden auch in dieser Reihenfolge aneinandergelinkt. Die Großgruppe um die Fläche 2 kann durch die Zugehörigkeit zur selben pflanzensoziologischen Einheit erklärt werden: Seslerio-Caricetum sempervirentis, Ausbildung mit *Rhododendron hirsutum* (dominant). Innerhalb der Großgruppe Fläche 3 und Griehser-Flächen bilden die Griehser-Flächen 1992-96 und 2005 eine kompakte Gruppe an die in zwei Schritten die Aufnahmen der Fläche 3 und diejenigen von Griehser 2004 angehängt werden.

Spielt die Beweidung bei der Clusteranalyse eine Rolle?

Zu Beginn der Außernutzungstellung zeigen sich bei den Griehserflächen noch Unterschiede. So fallen die Aufnahmen 10a 1992, 93, 94 in eine Gruppe (ab 1990 unbeweidet) sowie die Aufnahmen 10 1992 und 1994 (bis 1998 beweidet) in eine gesonderte Gruppe. Spätestens ab dem Jahr 1995 ist hier keine deutliche Trennung mehr sichtbar. Auch bei den Flächen 1, 2 und 3 dürfte die Beweidung keinen wesentlichen Faktor bei der Clusterbildung darstellen. Dies gilt für das Average-Linkage-Dendrogramm. Beim Complete-Linkage-Dendrogramm werden die Aufnahmen 2.1, 2.3, 2.4 der Fläche 2 und die Aufnahme 1.4 der Fläche 1 in einer Gruppe zusammengefasst. Sie alle gehören der Ausbildung mit *Rhododendron hirsutum* dominant an, die gekennzeichnet ist durch geringere Artenzahlen als bei Fläche 1, hohe Deckung von *Rhododendron hirsutum* sowie tw. Auftreten von weiteren Sträuchern und Rückgang von Beweidungszeigern. Dies könnte bereits auf die Verbuschungstendenz der Fläche 2 aufgrund der länger fehlenden Beweidung hindeuten.

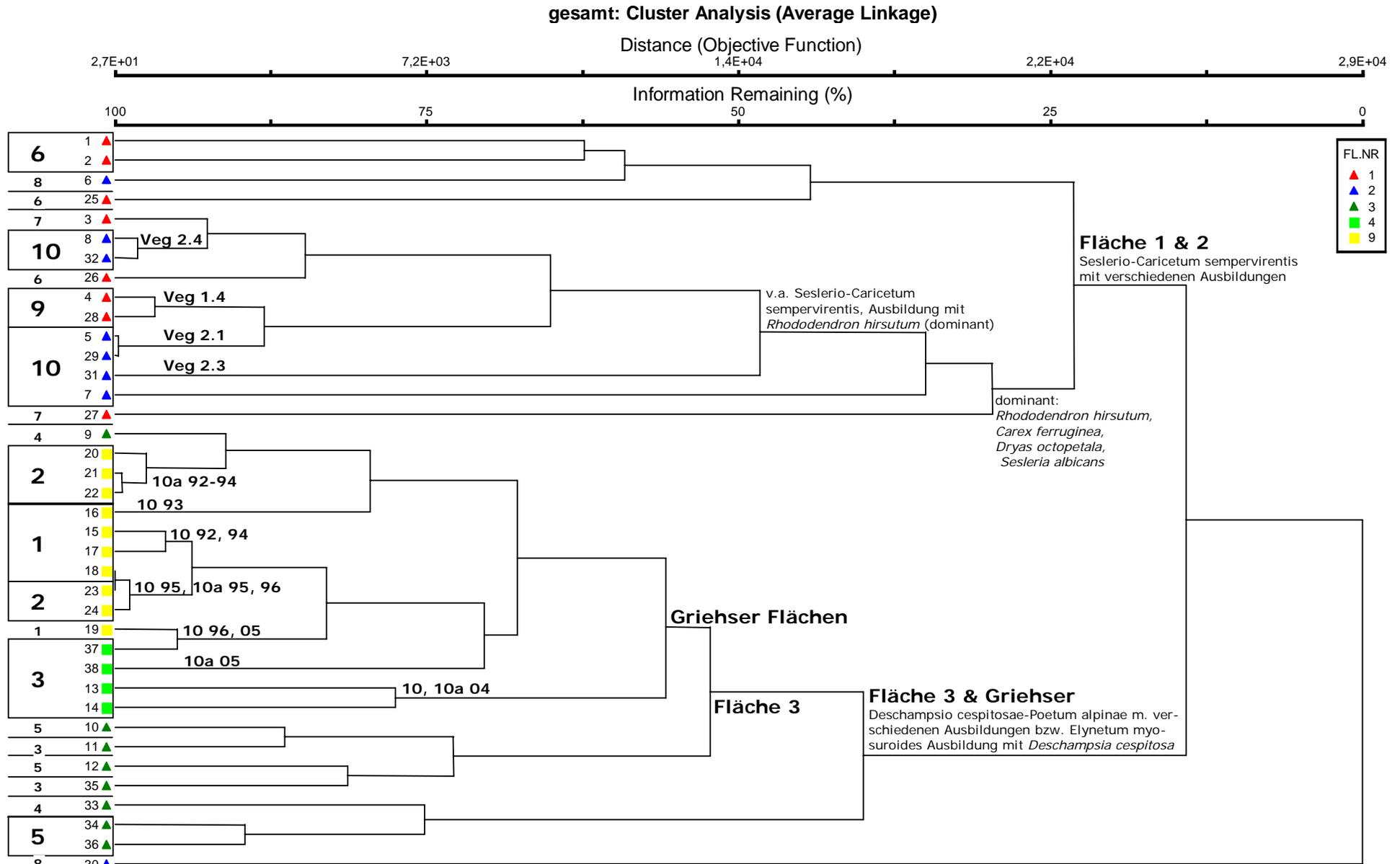


Abb. 25: Dendrogramm (Clusteranalyse: average linkage) aller 38 Vegetationsaufnahmen (Aufnahme-ID vgl. Tab. 8), die Zahlen in Fettdruck (tw. mit Umrandung) bezeichnen die pflanzensoziologische Einheit (orig.)

gesamt: Cluster Analysis (Complete Linkage)

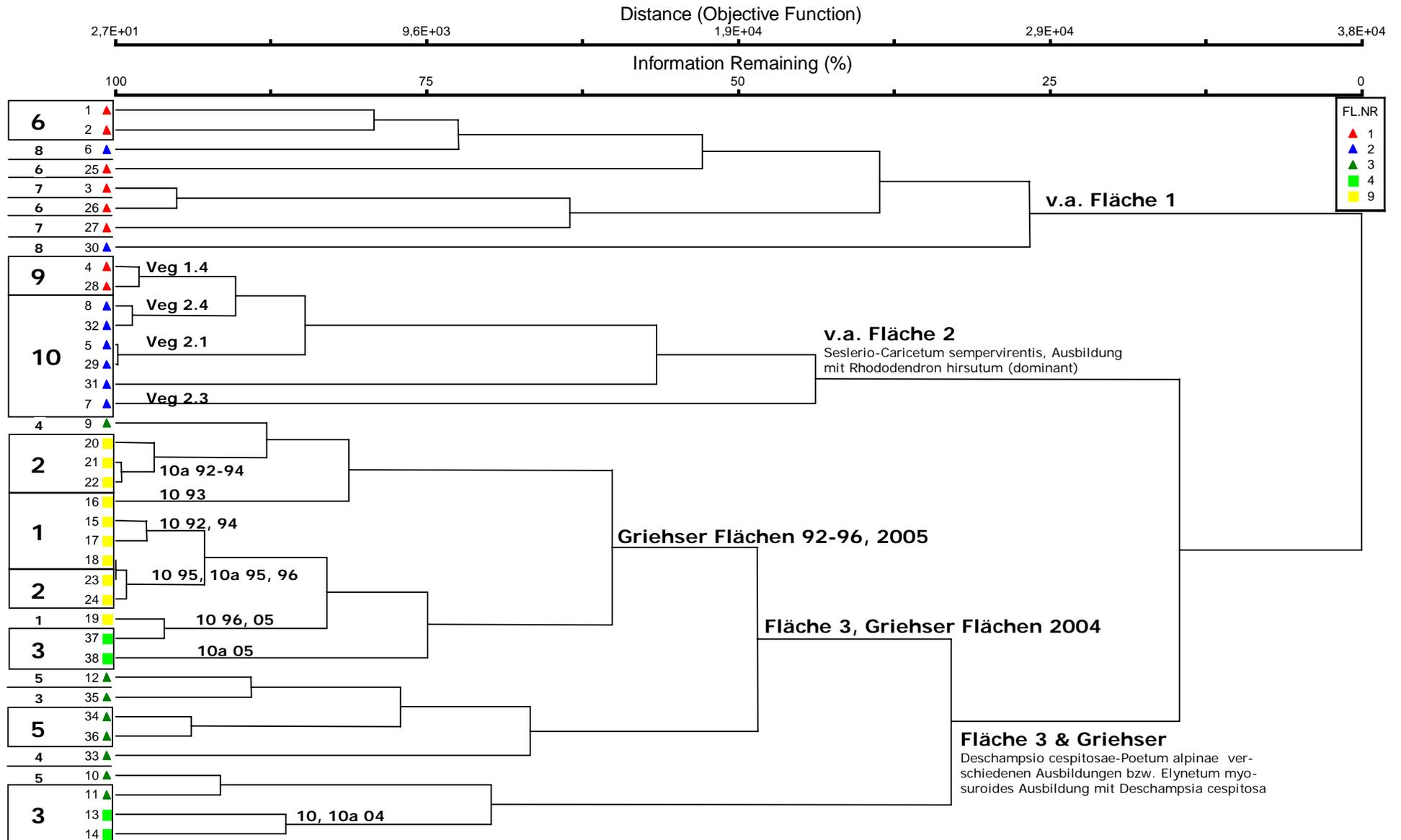


Abb. 26: Dendrogramm (Clusteranalyse: complete linkage) aller 38 Vegetationsaufnahmen (Aufnahme-ID vgl. Tab. 8), die Zahlen in Fettdruck (tw. mit Umrandung) bezeichnen die pflanzensoziologische Einheit (orig.)

5.3.2 Ordination (Korrespondenzanalyse, RA)

Bei der Korrespondenzanalyse handelt es sich um eine indirekte Gradientenanalyse. Das heißt die reziproke Mittelwertbildung (Reciprocal Averaging = RA) erfolgt ohne die Verwendung von Umweltvariablen (Kopfdaten) nur aufgrund der floristischen Zusammensetzung (welche Arten vorhanden sind und welche Deckung sie haben) (HUTTEGGER, 2002). Wichtig sind bei der Korrespondenzanalyse auch die Eigenwerte der Achsen als Maß für die Korrelation zwischen Aufnahme- und Artkoordinaten.

Abb. 27 zeigt die aufgrund der Korrespondenzanalyse errechneten Positionen aller 38 Vegetationsaufnahmen (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) auf der 1. und 2. Ordinationsachse. Mit schwarzer Umrandung wurde die Zugehörigkeit zu den entsprechenden pflanzensoziologischen Einheiten (vgl. Tab. 15) gekennzeichnet. Der Eigenwert der 1. Achse ist mit 0,684 sehr hoch, die Absenkung auf 0,222 bei der 2. Achse deutlich, diejenige bei der 3. Achse auf 0,166 nicht deutlich ausgeprägt. Dieses starke Absinken des Eigenwertes von der 1. auf die 2. Achse zeigt, dass ein starker Gradient vorhanden ist. So erfolgt eine klare Trennung zwischen den Aufnahmen der Flächen 1 und 2 auf der linken Seite sowie den Aufnahmen der Fläche 3 und den Griehser-Flächen auf der rechten Seite. Die Interpretation des Gradienten auf der 1. Achse aufgrund der Standortparametervektoren zeigt, dass hier die Reaktionszahl sowie die Meereshöhe die entscheidenden Faktoren sind. Auch die Zuordnung zu den pflanzensoziologischen Einheiten ist sehr hilfreich:

- Aufnahmen der Flächen 1 und 2 Seslerio-Caricetum sempervirentis (basisch) und durchschnittlich auf 2047 msm
- Aufnahmen der Fläche 3 und den Griehser-Flächen mehrheitlich Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae (eher sauer) und durchschnittlich auf 2215 msm Seehöhe.

Spielt die Beweidung bei der Korrespondenzanalyse gesamt eine Rolle?

Aufgrund des stark ausgeprägten Gradienten auf der ersten Achse der RA gesamt (vgl. Abb. 27) – klare Trennung nach Pflanzensoziologischen Einheiten und Flächen – dürfte der Beweidungsunterschied nur eine untergeordnete Rolle spielen.

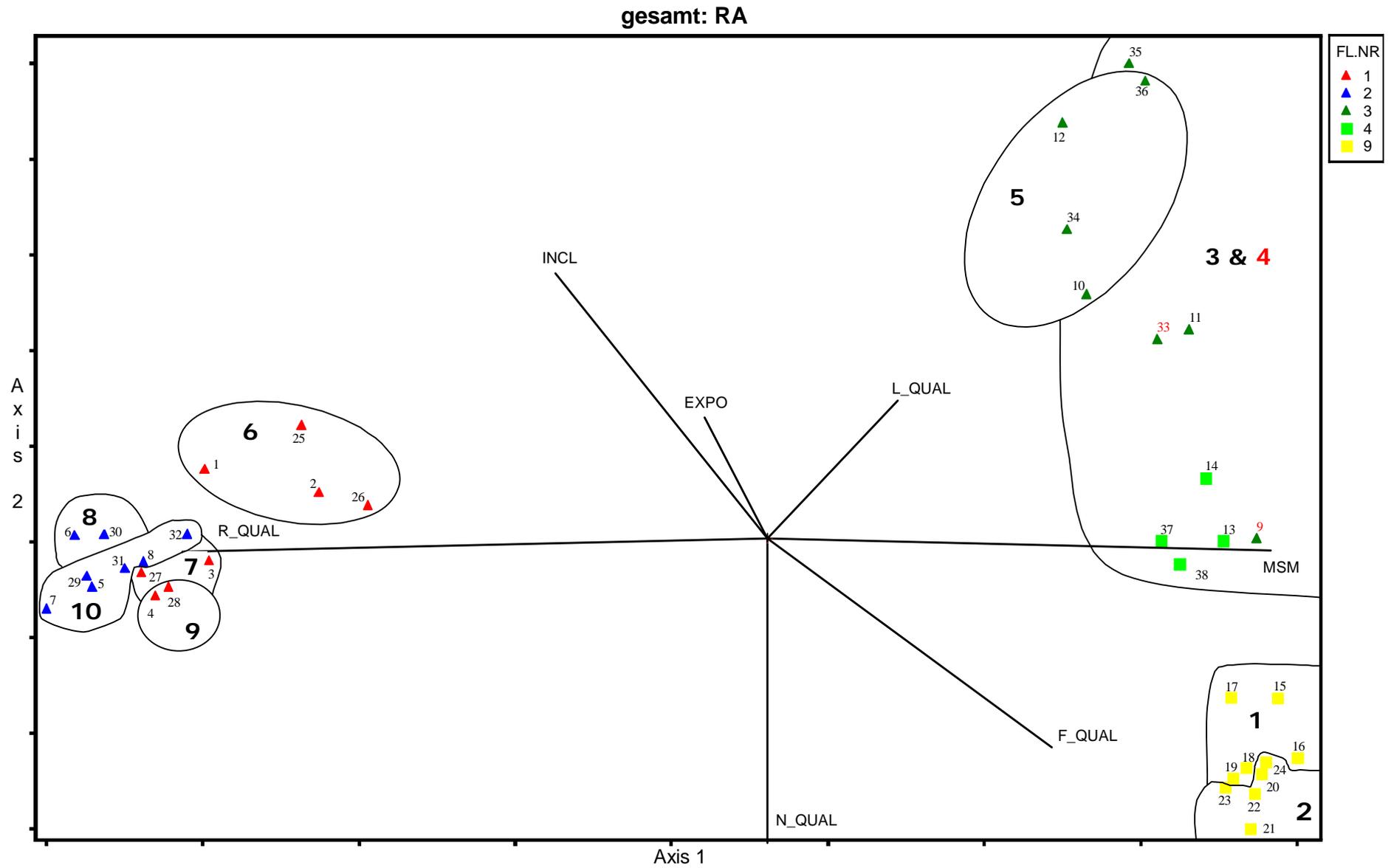


Abb. 27: Positionen aller 38 Vegetationsaufnahmen (Flächensymbole mit Aufnahmeummern) auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse mit Kennzeichnung der Zugehörigkeit zur jeweiligen Pflanzengemeinschaft (schwarze Umrandung mit Zahl siehe Text) sowie den Standortparametervektoren (orig.)

5.4 Fläche 1 und Fläche 2

5.4.1 Korrespondenzanalyse beider Flächen

Bei der Darstellung der Korrespondenzanalyse mit Arten (Abb. 29 Fläche 1 und Fläche 2, Abb. 38 Fläche 3 und Griechser-Flächen) erfolgte die Abgrenzung mit Hilfe der Artengruppen aus der Twinspan-Analyse (siehe Beilage 2 bzw. 3). Arten mit geringer Stetigkeit (1 oder 2) sind aus Darstellungsgründen teilweise in andere Artengruppen aufgenommen worden.

Abb. 28 und 29 zeigen die aufgrund der Korrespondenzanalyse errechneten Positionen aller 16 Vegetationsaufnahmen der Flächen 1 und 2 (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) auf der 1. und 2. Ordinationsachse. In der Abb. 28 sind zusätzlich die Zugehörigkeit zu den entsprechenden pflanzensoziologischen Einheiten (vgl. Tab. 15) sowie die Standortparametervektoren eingezeichnet. Bei der Abb. 29 dagegen werden die in den Aufnahmen aufgenommenen Arten (blaue Kreuze) und die Artengruppen aus der Twinspan-Analyse (siehe Beilage 2) dargestellt.

Der Eigenwert der 1. Achse ist mit 0,222 niedrig. Eine Absenkung auf 0,129 bei der 2. Achse ist vorhanden aber nicht deutlich ausgeprägt. Der Eigenwert der 3. Achse beträgt 0,118. Dies bedeutet, dass nur ein schwacher Gradient auf der 1. Achse abgebildet ist. Die Interpretation der 1. Achse mit Hilfe der pflanzensoziologischen Einheiten (alle Aufnahmen der Flächen 1 und 2 sind dem Seslerio-Caricetum sempervirentis zugeordnet) zeigt, dass die Ausbildungen folgendermaßen angeordnet sind:

- links: Ausbildung mit *Rhododendron hirsutum* (dominant) großteils zusätzlich mit *Carex firma*-Artengruppe
- mittig: Ausbildung mit *Deschampsia cespitosa* und *Pinus mugo* (Strauchschicht) sowie Ausbildung mit *Helianthemum grandiflorum* s.lat. (dominant)
- rechts: Ausbildung mit *Callianthemum coriandrifolium*

Mit Hilfe der Kopfdaten (vgl. Tab. 16) können diese drei räumlich getrennten Gruppen genauer charakterisiert werden.

Tab. 16: Mittelwerte der Kopfdaten der drei räumlich getrennten Gruppen aus Abb. 28 (Maximalwerte jeweils hervorgehoben)

	links	mittig	rechts
Seehöhe (msm)	2070	2047	2000
Exposition (Grad)	282 (W-WNW)	270 (West)	270 (West)
Inklination (Grad)	14	16	20
Artenzahl	45	52	53
Deckung Krautschicht	91	94	96
Gesamtdeckung	91	95	96

Die Interpretation der 1. Achse mit Hilfe der Artengruppen und der Standortparametervektoren ergibt einen Gradienten von Kalk (Arten um *Carex firma*, die hauptsächlich auf kalkhaltigen Steinrasen bzw. Fels vorkommen) ganz links bis zu Silikat (Arten um *Callianthemum coriandrifolium*, die überwiegend auf flachgründigem silikatischem Untergrund vorkommen) ganz rechts. Im linken unteren Viertel befinden sich die feuchten und nährstoffreichen Aufnahmen.

Spielt die Beweidung bei der Korrespondenzanalyse Flächen 1 und 2 eine Rolle?

Abb. 29 zeigt, dass die Beweidungsarten (pink umrandet) um die Aufnahmen herum angeordnet sind. Dies bedeutet, dass die Beweidungsarten in allen Aufnahmen vorkommen können und der Beweidungseinfluss sich auf alle Aufnahmen auswirkt. Bei der Gruppenbildung sind andere Standortfaktoren wie Reaktion, Exposition, Inklination etc. ausschlaggebend. Auffällig ist jedoch, dass die Aufnahmen der Ausbildung *Rhododendron hirsutum* (dominant) eine kompakte Gruppe bilden. Dies deutet auf den schon länger wirkenden Einfluss der fehlenden Beweidung und die wahrscheinliche Sukzession durch Verbuschung hin.

Flächen 1 und 2: RA

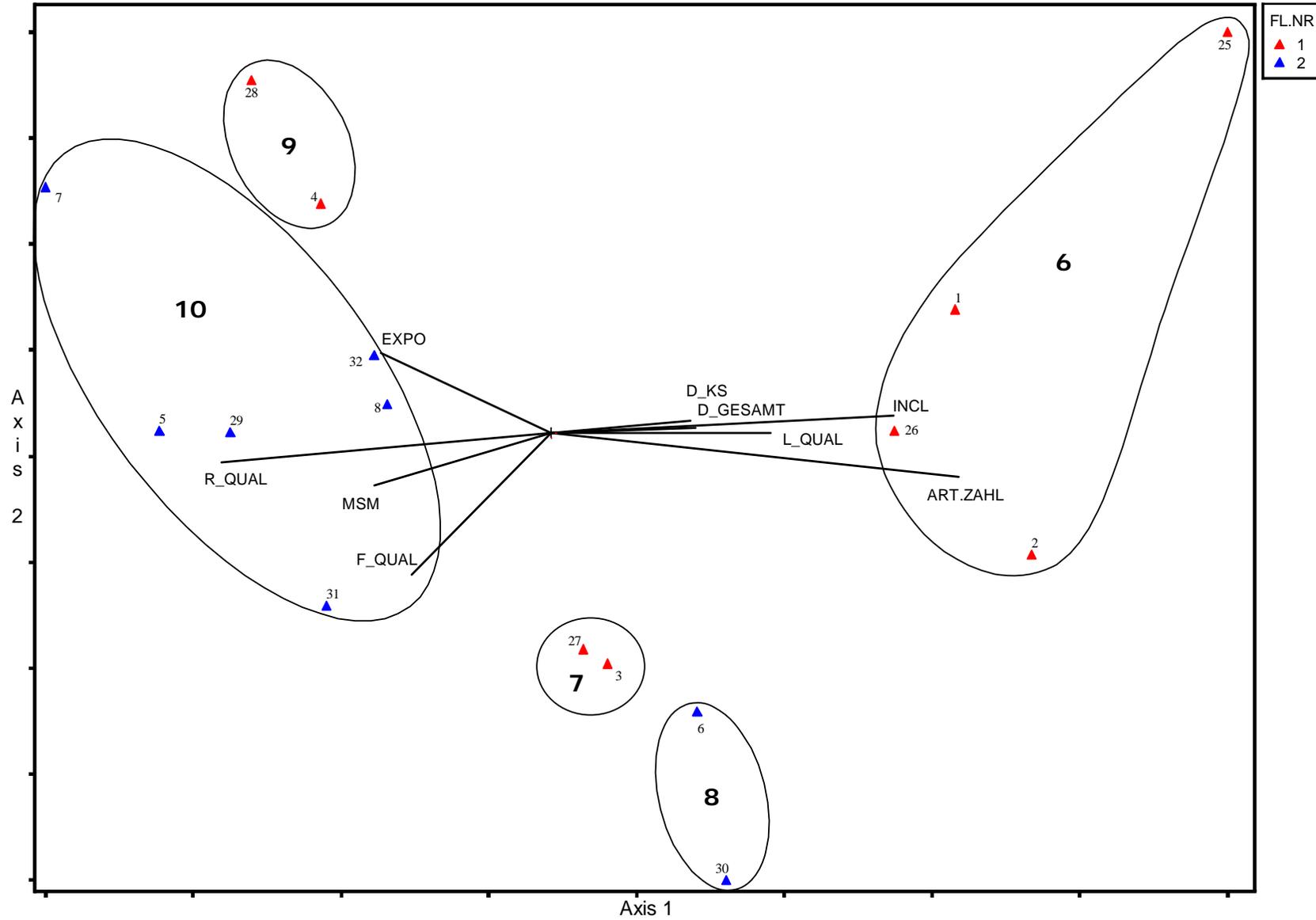


Abb. 28: Positionen aller 16 Vegetationsaufnahmen der Flächen 1 und 2 (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse mit Kennzeichnung der Zugehörigkeit zur jeweiligen Pflanzengemeinschaft (schwarze Umrandung mit Zahl siehe Text) sowie den Standortparametervektoren (orig.)

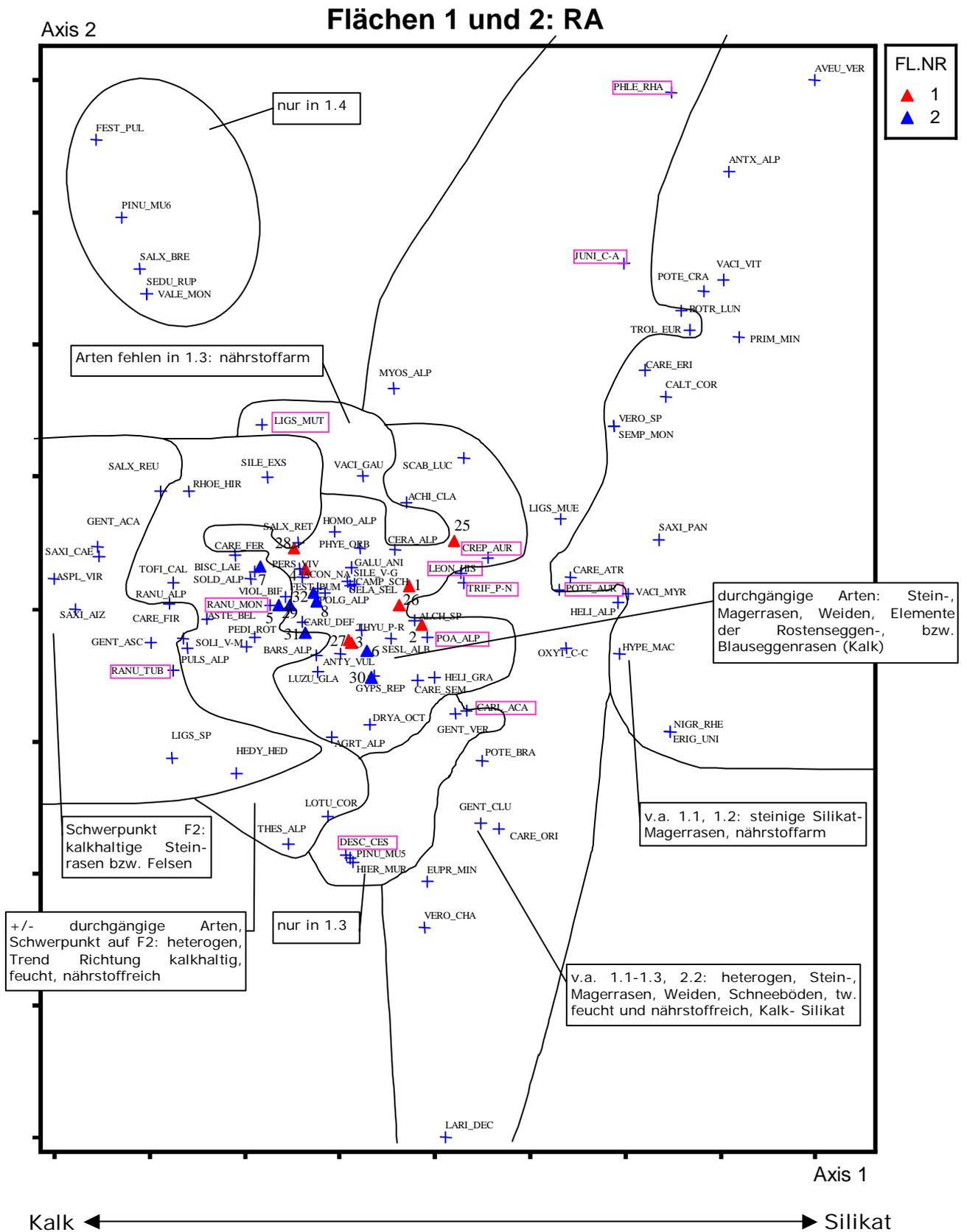


Abb. 29: Positionen aller 16 Vegetationsaufnahmen der Flächen 1 und 2 (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) und der in ihnen aufgenommenen Arten (blaue Kreuze, Beweidungszeiger pink umrandet) auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse und die Interpretation des Gradienten auf der 1. Achse (orig.)

5.4.2 Leitarten

Übersicht über die Leitarten

Im Folgenden wird eine Übersicht über die in der Methodik beschriebenen Leitarten der Flächen 1 und 2 (Frequenzrahmen) gegeben. Es handelt sich dabei um die Gruppen „Gehölze“, „Beweidungszeiger“ sowie „Nichtbeweidungszeiger“, die getrennt für die Jahre 2004 und 2005 untersucht wurden. Die unterschiedlichen Werte zwischen den Jahren lassen sich durch Bearbeitungsfehler bzw. Ungenauigkeiten im zeitlichen Design (Unterschiede im Blühaspekt) erklären. Ein Fehler in der Lokalisation der Frequenzrahmen ist aufgrund der Verortungsmethode unwahrscheinlich. Die Rohdaten der folgenden Diagramme befinden sich im Anhang (Kapitel 8.7).

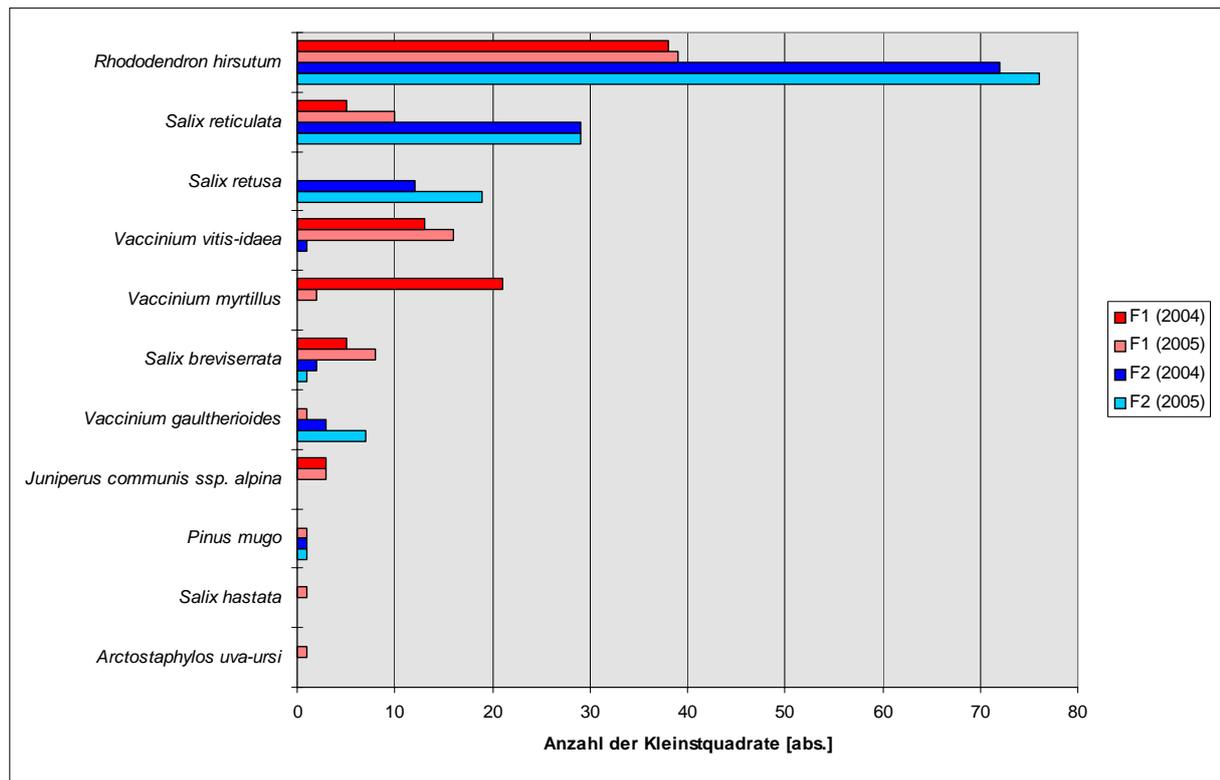


Abb. 30: Übersicht über die Gehölze der Flächen 1 & 2 aus den Jahren 2004 und 2005 sowie deren Häufigkeiten (F = Fläche). Die maximale Anzahl Kleinquadrate/Fläche ist 104 (26 Rahmen à 4 Untereinheiten) (orig.)

Aus Abb. 30 ist ersichtlich, dass die Behaarte Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) sowohl auf Fläche 2 als auch auf Fläche 1 das am häufigsten vorkommende Gehölz ist. So ist *Rhododendron hirsutum* auf Fläche 2 in etwa 71 % der Kleinquadrate und auf Fläche 1 in etwa 37 % zu finden. Alle anderen Gehölzarten haben ein deutlich geringeres Vorkommen und sind oftmals nur auf einer der beiden Flächen vorhanden. Kennzeichnend für Fläche 2 sind weiters die Weiden *Salix reticulata* und *S. retusa*, die häufig in Schneetälchen zu finden sind. Auf Fläche 1 treten verstärkt die oftmals auf Bergheiden vorkommenden Zwergsträucher *Vaccinium vitis-idaea* und *V. myrtillus* auf. Bei den Vegetationsaufnahmen werden diese Ergebnisse in Stetigkeit bzw. Deckung dieser Arten bestätigt.

Vergleicht man die Beweidungszeiger auf den Flächen 1 & 2, so fällt auf, dass die drei Arten *Leontodon hispidus*, *Ranunculus montanus* und *Crepis aurea* auf beiden Flächen in jeweils beiden Jahren zu finden sind (vgl. Abb. 31). Allerdings unterscheiden sie sich in ihrer Häufigkeit: so sind die Arten auf Fläche 2 deutlich seltener vorhanden. Auf Fläche 1 finden sich zusätzlich zu diesen Arten noch *Trifolium pratense ssp. nivale*, *Potentilla aurea* und *Poa alpina* als Beweidungszeiger, die jeweils in etwa 17 % der Kleinquadrate auftreten. Diese Arten treten auf Fettweiden bzw. in Schneemulden gehäuft auf. Die Vegetationsaufnahmen unterstützen diese Ergebnisse besonders in Hinblick auf die unterschiedlich hohen Deckungswerte dieser Arten auf den jeweiligen Flächen.

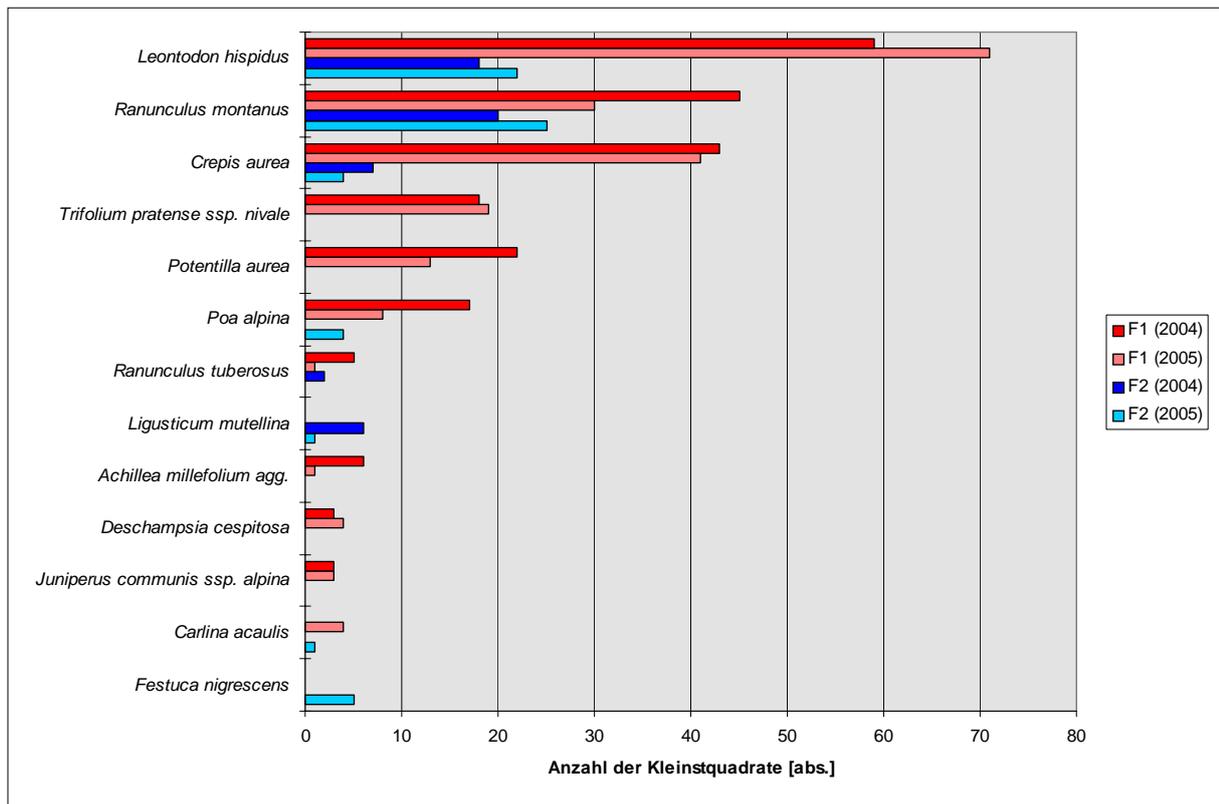


Abb. 31: Übersicht über die Beweidungszeiger der Flächen 1 & 2 aus den Jahren 2004 und 2005 sowie deren Häufigkeiten (F = Fläche). Die maximale Anzahl Kleinquadrate/Fläche ist 104 (26 Rahmen à 4 Untereinheiten) (orig.)

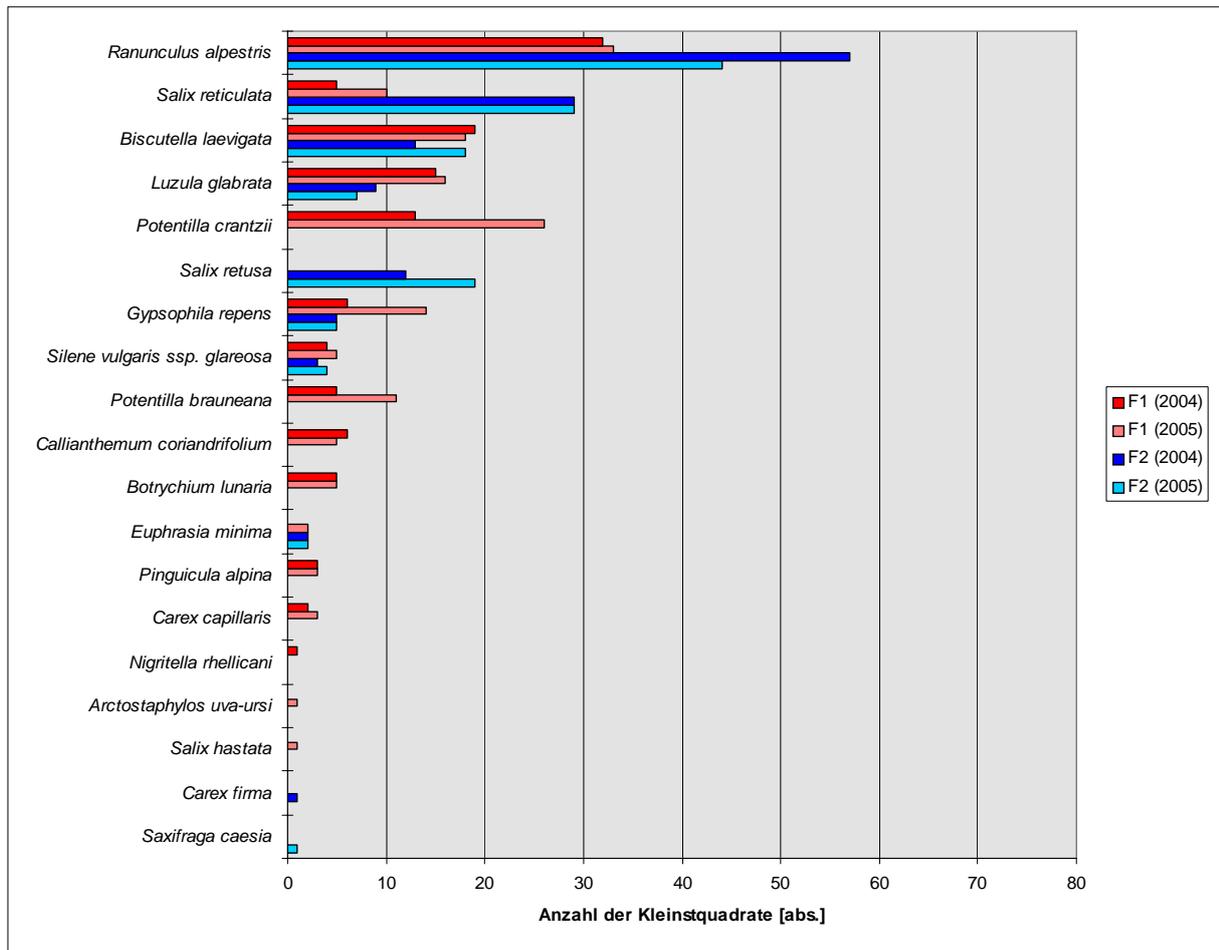


Abb. 32: Übersicht über die Nichtbeweidungszeiger der Flächen 1 & 2 aus den Jahren 2004 und 2005 sowie deren Häufigkeiten (F = Fläche). Die maximale Anzahl Kleinquadrate/Fläche ist 104 (26 Rahmen à 4 Untereinheiten) (orig.)

Bei den Nichtbeweidungszeigern zeigt sich die Verteilung der Arten auf den Flächen 1 & 2 etwas unklarer (vgl. Abb. 32). *Ranunculus alpestris* zeichnet sich nur auf Fläche 2 mit einem deutlich größeren Vorkommen aus. Auf Fläche 2 sind weitere kennzeichnende Arten *Salix reticulata*, *Biscutella laevigata* sowie *Salix retusa*, die gehäuft in Schneetälchen bzw. auf Steinrasen vorkommen. Auf Fläche 1 treten *Potentilla crantzii*, *Biscutella laevigata* und *Luzula glabrata* stärker hinzu, alles Arten alpiner Steinrasen. Auf beiden Flächen kommen zahlreiche weitere Arten mit nur sehr geringen Häufigkeiten vor. Die Vegetationsaufnahmen zeichnen ein ähnliches Bild mit Ausnahme von *Luzula glabrata*, die auf beiden Flächen weder bei Stetigkeit noch Deckung diesen Unterschied aufweist.

Güte der Leitarten

Für alle Beweidungs- und Nichtbeweidungszeiger der Flächen 1 & 2 (aus der Frequenzrahmen-Analyse) wurde jeweils ihre Güteklasse bestimmt, d. h. ausgewertet wie gut sie sich als Leitart eignen. Dazu wurden die Frequenzen einer Art auf beiden Flächen gegenübergestellt und mittels Kolmogoroff-Smirnoff-Test auf Ähnlichkeit getestet (vgl. Abb. 33 bis Abb. 36).

Ein niedriger Ähnlichkeitskoeffizient bedeutet, dass ein großer Unterschied des Vorkommens dieser Art zwischen beiden Flächen besteht, und weist daher auf eine gute Leitart hin. Arten mit Werten von $< 0,5$ wurden als gute Leitart eingestuft, Arten mit $\geq 0,5$ sind nur mäßig geeignet. Arten mit Werten von 1 sind ungeeignet, da sie keinen statistischen nachweisbaren Unterschied aufweisen.

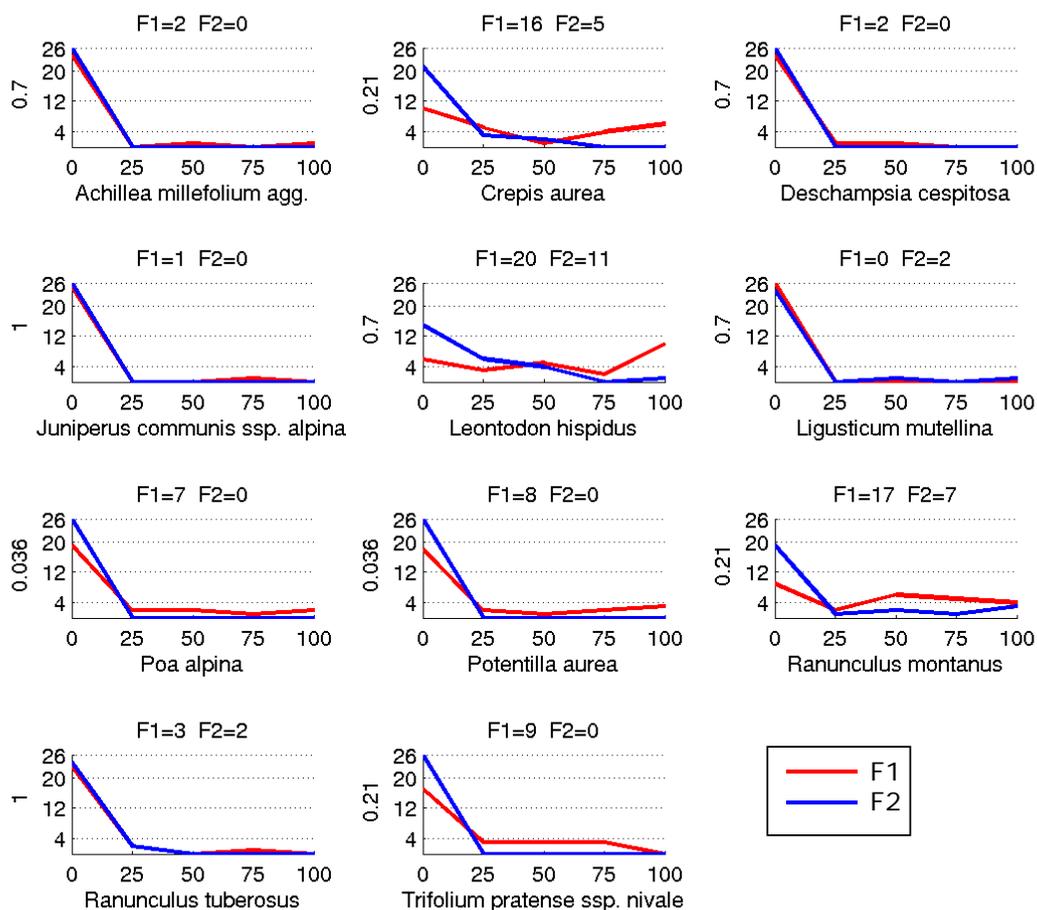


Abb. 33: Güte der Beweidungszeiger der Flächen 1 & 2 (Frequenzrahmen) aus dem Jahr 2004. Fläche 1 = rot, Fläche 2 = blau; x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art auf der jeweiligen Fläche vorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus KS-Test) (orig.)

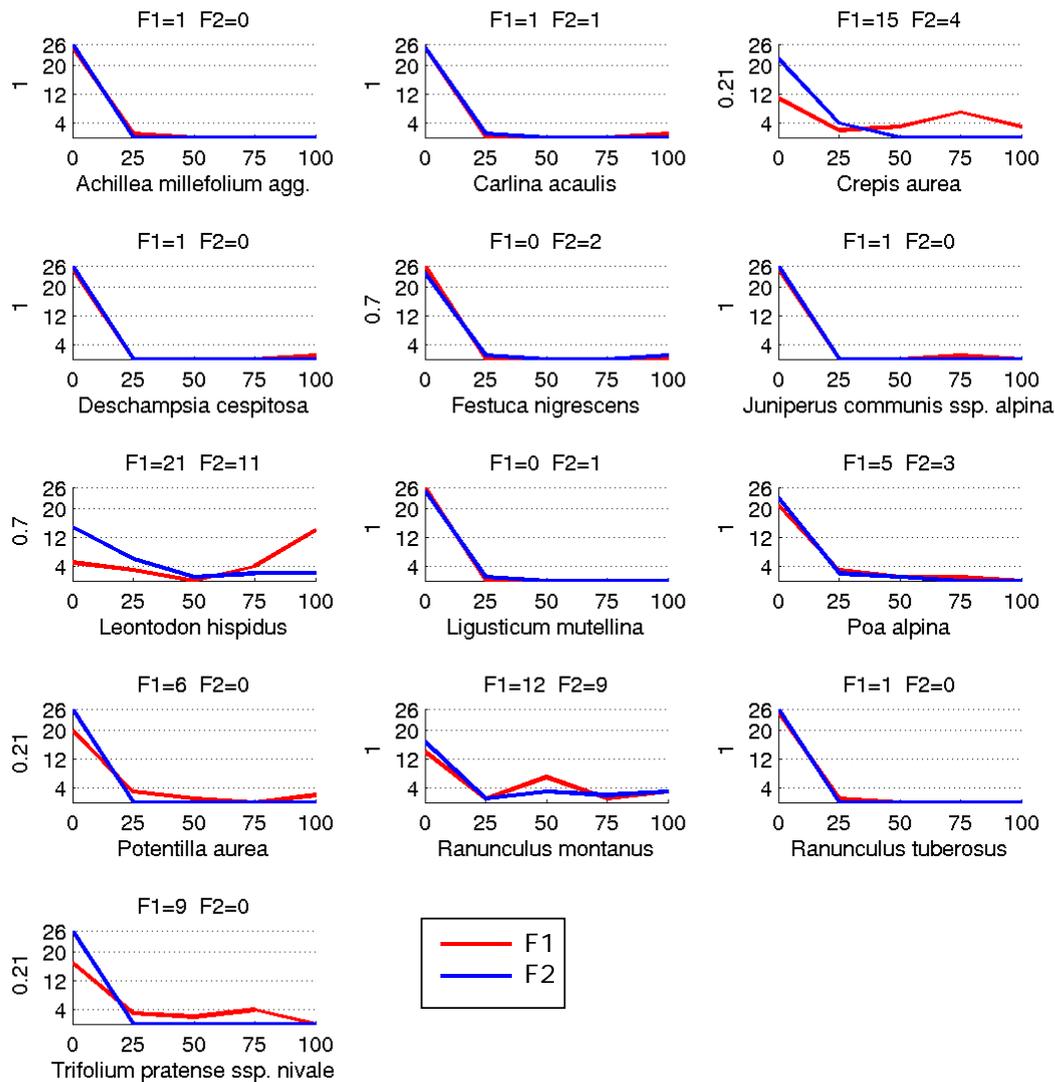


Abb. 34: Güte der Beweidungszeiger der Flächen 1 & 2 (Frequenzrahmen) aus dem Jahr 2005. Fläche 1 = rot, Fläche 2 = blau; x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art auf der jeweiligen Fläche vorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus KS-Test) (orig.)

Vergleicht man die Ähnlichkeitskoeffizienten sowie die Vorkommen auf den jeweiligen Flächen aus den Abb. 33 und Abb. 34, so lassen sich für die Jahre 2004 und 2005 die **Beweidungszeiger** folgendermaßen gliedern:

- gute Beweidungszeiger: *Crepis aurea* (2004 und 2005), *Poa alpina* (2004), *Potentilla aurea* (2004 und 2005), *Ranunculus montanus* (2004), *Trifolium pratense ssp. nivale* (2004 und 2005)
- mäßig gute Beweidungszeiger: *Leontodon hispidus* (2004 und 2005), [*Achillea millefolium* agg. (2004), *Deschampsia cespitosa* (2004)]
- schlechte Beweidungszeiger: *Poa alpina* (2005), *Ranunculus montanus* (2005), *Ranunculus tuberosus* (2004), [*Achillea millefolium* agg. (2005), *Carlina acaulis* (2005), *Deschampsia cespitosa* (2005), *Festuca nigrescens* (2005), *Juniperus communis ssp. alpina* (2004 und 2005), *Ligusticum mutellina* (2004 und 2005), *Ranunculus tuberosus* (2005)].

Die Arten in eckigen Klammern weisen zu geringe Vorkommen auf ($F1 + F2 < 4$) und sind daher als Leitarten ebenfalls ungeeignet. Dabei sind *Ligusticum mutellina* (2004) bzw. *Festuca nigrescens* (2005) u.a. aus dem Grund als schlechte Beweidungszeiger einzustufen, weil sie im Gegensatz zur vorausgesetzten Annahme auf Fläche 2 häufiger als auf Fläche 1 vorkommen.

Aus der Aufzählung lässt sich erkennen, dass nur *Crepis aurea*, *Potentilla aurea* sowie *Trifolium pratense ssp. nivale* in beiden Jahren die gegebenen Bedingungen erfüllen, um als gute Leitarten

bewertet zu werden. *Poa alpina* und *Ranunculus montanus* können lediglich im Jahr 2004 als gut klassifiziert werden, 2005 hingegen sind sie schlechte Beweidungszeiger. Weiters ist noch *Leontodon hispidus* in beiden Jahren als mäßig guter Beweidungszeiger zu erkennen, d. h. bei dieser Art ist das Vorkommen nicht so deutlich unterschiedlich, aber immerhin vorhanden. Insgesamt fällt auf, dass viele der Arten in den beiden Jahrgängen eine unterschiedliche Einstufung hinsichtlich ihrer Güte bekommen. Dies kann möglicherweise durch Bearbeitungsfehler bzw. Unterschiede im Blühaspekt oder aber durch Fluktuationen der Vegetation erklärt werden.

Prognosen, wie sich die Güte der Beweidungszeiger auf den Flächen 1 bzw. 2 weiter entwickelt, lassen sich nur grob beschreiben. Langfristig werden sich die Ähnlichkeitskoeffizienten aller Arten sicherlich dem Wert 1 nähern, weil erwartet wird, dass das Vorkommen der Beweidungszeiger reduziert bzw. auf beiden Flächen immer ähnlicher wird. Daher werden die derzeit guten Beweidungszeiger in die schlechteren Kategorien abfallen. Zu diesem Zeitpunkt ist es nicht mehr sinnvoll, die Leitarten noch weiter nach diesem Bewertungssystem zu klassifizieren bzw. generell die Flächen durch Beweidungszeiger einzuschätzen.

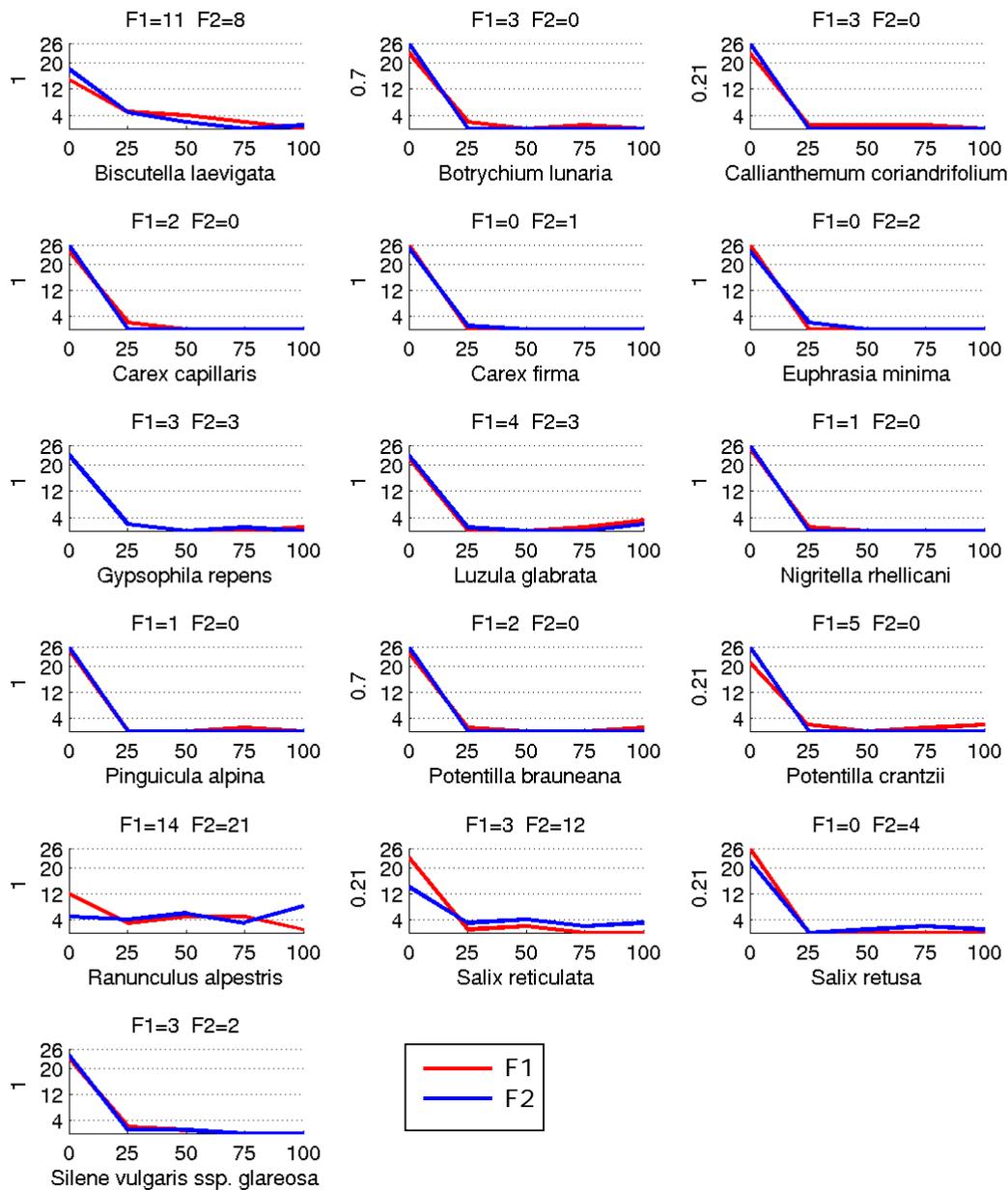


Abb. 35: Güte der Nichtbeweidungszeiger der Flächen 1 & 2 (Frequenzrahmen) aus dem Jahr 2004. Fläche 1 = rot, Fläche 2 = blau; x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art auf der jeweiligen Fläche vorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus KS-Test) (orig.)

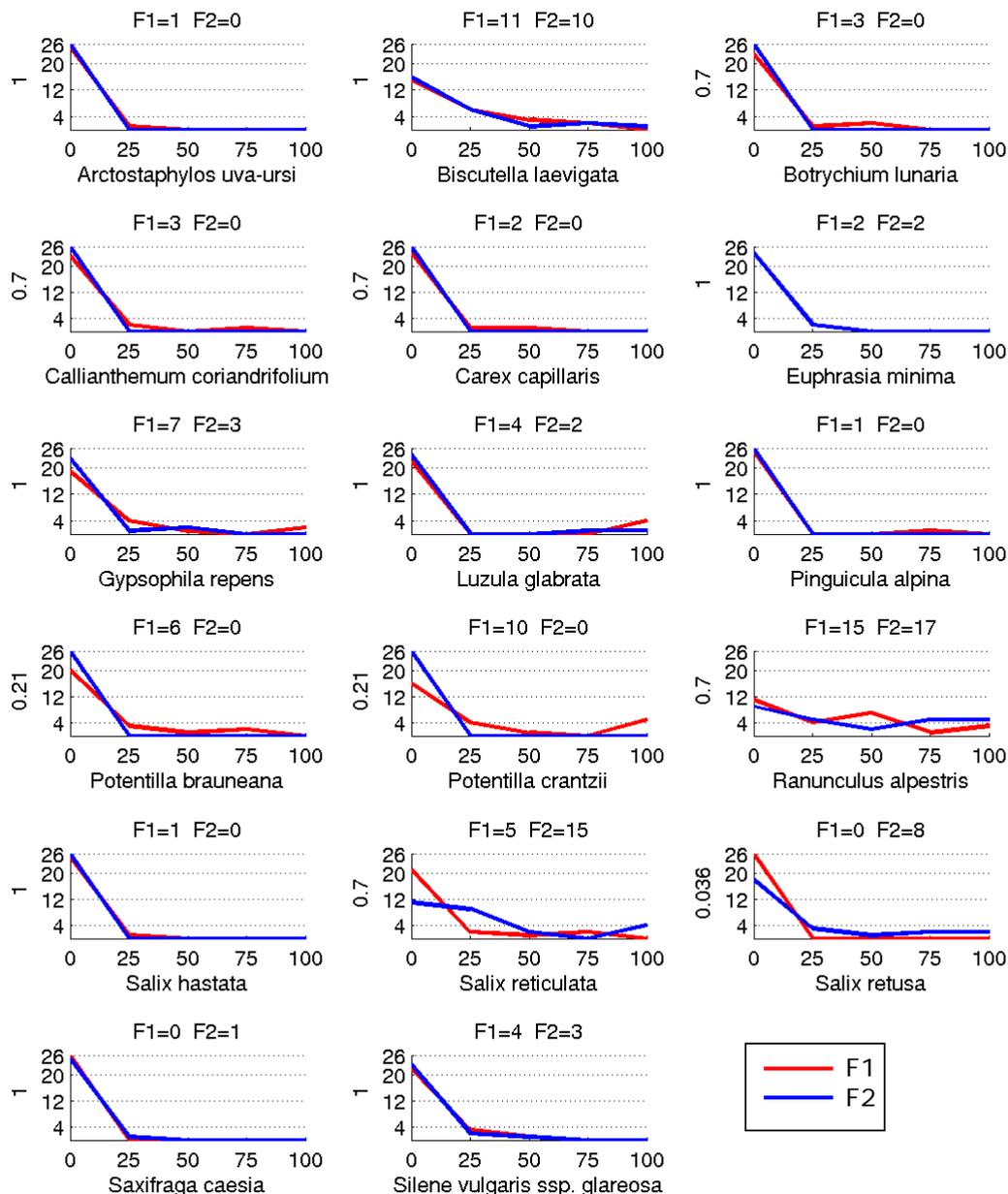


Abb. 36: Güte der Nichtbeweidungszeiger der Flächen 1 & 2 (Frequenzrahmen) aus dem Jahr 2005. Fläche 1 = rot, Fläche 2 = blau; x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art auf der jeweiligen Fläche vorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus KS-Test) (orig.)

Für die **Nichtbeweidungszeiger** aus den Jahren 2004 und 2005 gilt (vgl. Abb. 35 und Abb. 36):

- gute Nichtbeweidungszeiger: *Salix reticulata* (2004), *Salix retusa* (2004 und 2005)
- mäßig gute Nichtbeweidungszeiger: *Ranunculus alpestris* (2005), *Salix reticulata* (2005)
- schlechte Nichtbeweidungszeiger: *Biscutella laevigata* (2004 und 2005), *Euphrasia minima* (2005), *Gypsophila repens* (2004 und 2005), *Luzula glabrata* (2004 und 2005), *Potentilla brauneana* (2005), *Potentilla crantzii* (2004 und 2005), *Ranunculus alpestris* (2004), *Silene vulgaris ssp. glareosa* (2004 und 2005), [*Arctostaphylos uva-ursi* (2005), *Botrychium lunaria* (2004 und 2005), *Callianthemum coriandrifolium* (2004 und 2005), *Carex capillaris* (2005), *Carex firma* (2004), *Euphrasia minima* (2004), *Nigritella rhellicani* (2004), *Pinguicula alpina* (2004 und 2005), *Potentilla brauneana* (2004), *Salix hastata* (2005), *Saxifraga caesia* (2005)].

Die Arten in eckigen Klammern weisen zu geringe Vorkommen auf ($F1 + F2 < 4$) und sind daher als Leitarten ebenfalls ungeeignet. Als geeigneter Nichtbeweidungszeiger ist aus beiden Jahrgängen

lediglich *Salix retusa* zu erkennen. Aus jeweils einem der beiden Jahre tritt noch *Salix reticulata* hinzu; *Ranunculus alpestris* hingegen kann 2004 nur als schlechte Leitart eingestuft werden. Die teilweise unterschiedliche Einstufung von einem zum anderen Jahr kann möglicherweise durch Bearbeitungsfehler bzw. Unterschiede im Blühaspekt oder aber durch Fluktuationen der Vegetation erklärt werden.

Die meisten der Nichtbeweidungszeiger wurden hingegen als „schlecht“ klassifiziert, weil sie im Gegensatz zur vorausgesetzten Annahme auf Fläche 1 häufiger als auf Fläche 2 vorkommen. Lediglich *Ranunculus alpestris* (2004), *Euphrasia minima* (2004), *Carex firma* (2004) und *Saxifraga caesia* (2005) sind nur aufgrund ihres zu geringen Unterschiedes bzw. zu geringen Vorkommens hier eingestuft, erfüllen aber ansonsten die Voraussetzung der Hypothese. Möglicherweise hängt diese Verschiebung der Artengarnitur schon mit der einsetzenden Verbuschung auf Fläche 2 zusammen.

Prognosen, wie sich die Güte der Nichtbeweidungszeiger auf den Flächen 1 bzw. 2 weiter entwickelt, lassen sich grob skizzieren. Kurzfristig werden die Arten möglicherweise in ihren Frequenzen noch zunehmen; mittel- bis langfristig gesehen verschwinden sie aufgrund der zunehmenden Verbuschung aber wieder (vgl. Fläche 2). Somit werden sich alle Ähnlichkeitskoeffizienten dem Wert 1 annähern, weil zu erwarten ist, dass das Vorkommen der Nichtbeweidungszeiger auf beiden Flächen immer ähnlicher wird. Die derzeit wenigen guten Leitarten werden allesamt in die schlechteste Kategorie abfallen. Zu diesem Zeitpunkt ist es nicht mehr sinnvoll, die Leitarten noch weiter nach diesem Bewertungssystem zu klassifizieren bzw. generell die Flächen durch Nichtbeweidungszeiger einzuschätzen (vgl. dazu auch die Prognosen der Beweidungszeiger).

5.4.3 Vergleich beider Flächen

In Bezug auf das Vorkommen von Gehölzen, Beweidungszeigern sowie Nichtbeweidungszeigern ließen sich mit Hilfe von t-Tests statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen 1 und 2 ermitteln (vgl. Tab. 17 bis Tab. 22).

An Tab. 17 lässt sich erkennen, dass auf Fläche 2 mit einer geringen Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 2,4 \%$ (2004) bzw. $p = 1,9 \%$ (2005) durchschnittlich mehr Gehölzarten pro Frequenzrahmen vorhanden sind, als dies auf Fläche 1 der Fall ist. Eine unterschiedlich hohe mittlere Frequenz der Gehölze pro Rahmen ist zwischen den Flächen allerdings nicht nachweisbar (vgl. Tab. 18). Die Annahme, dass nach der Auflassung der Beweidung ein verstärktes Aufkommen von Zwergsträuchern, Sträuchern und Baumjungwuchs gegeben ist, wird somit statistisch abgesichert.

Tab. 17: t-Tests für die Artenzahl an Gehölzen pro Frequenzrahmen der Flächen 1 & 2

Gehölze (2004) Artenzahl pro Rahmen	F1	F2	Gehölze (2005) Artenzahl pro Rahmen	F1	F2
Mittelwert (Mean)	1,12	1,65	Mittelwert (Mean)	1,27	1,88
Stichprobenumfang n	26	26	Stichprobenumfang n	26	26
Hypothet. Differenz der Mittelwerte	0,00		Hypothet. Differenz der Mittelwerte	0,00	
Freiheitsgrade (df)	50		Freiheitsgrade (df)	50	
t-Statistik	-2,336		t-Statistik	-2,428	
p (sig. 2-tailed)	0,024		p (sig. 2-tailed)	0,019	

Tab. 18: t-Tests für die mittlere Frequenz der Gehölze pro Rahmen der Flächen 1 & 2. Die mittlere Frequenz wurde nur aus den vorhandenen Arten berechnet; die Zahlen entsprechen der Anzahl der Kleinquadrate.

Gehölze (2004) mittlere Frequenz pro Rahmen	F1	F2	Gehölze (2005) mittlere Frequenz pro Rahmen	F1	F2
Mittelwert (Mean)	2,19	2,81	Mittelwert (Mean)	2,15	2,65
Stichprobenumfang n	26	26	Stichprobenumfang n	26	26
Hypothet. Differenz der Mittelwerte	0,00		Hypothet. Differenz der Mittelwerte	0,00	
Freiheitsgrade (df)	46		Freiheitsgrade (df)	48	
t-Statistik	-1,597		t-Statistik	-1,439	
p (sig. 2-tailed)	0,117		p (sig. 2-tailed)	0,156	

Für die Beweidungszeiger ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Flächen 1 und 2 (vgl. Tab. 19 und Tab. 20). Mit sehr geringen Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < 0,1 \%$ sind in beiden Jahren auf Fläche 1 durchschnittlich mehr Arten an Beweidungszeigern pro Frequenzrahmen als auf Fläche 2 vorhanden. Zudem ist auch die mittlere Frequenz der Beweidungszeiger pro Rahmen auf Fläche 1 signifikant höher (mit $p = 0,4 \%$ bzw. $p = 3,2 \%$). Diese Unterschiede ließen sich auch schon an Abb. 31 erkennen. Sie bestätigen somit die Annahme, dass Fläche 1 – gegenüber Fläche 2 – eine längere Beweidungsdauer besaß und sich dieser Unterschied immer noch auswirkt.

Tab. 19: t-Tests für die Artenzahl an Beweidungszeigern pro Frequenzrahmen der Flächen 1 & 2

Beweidungszeiger (2004) Artenzahl pro Rahmen	F1	F2	Beweidungszeiger (2005) Artenzahl pro Rahmen	F1	F2
Mittelwert (Mean)	3,27	1,04	Mittelwert (Mean)	2,81	1,19
Stichprobenumfang n	26	26	Stichprobenumfang n	26	26
Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00		Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00	
Freiheitsgrade (df)	33		Freiheitsgrade (df)	38	
t-Statistik	4,949		t-Statistik	4,037	
p (sig. 2-tailed)	< 0,001		p (sig. 2-tailed)	< 0,001	

Tab. 20: t-Tests für die mittlere Frequenz der Beweidungszeiger pro Rahmen der Flächen 1 & 2. Die mittlere Frequenz wurde nur aus den vorhandenen Arten berechnet; die Zahlen entsprechen der Anzahl der Kleinquadrate.

Beweidungszeiger (2004) mittlere Frequenz pro Rahmen	F1	F2	Beweidungszeiger (2005) mittlere Frequenz pro Rahmen	F1	F2
Mittelwert (Mean)	2,23	1,35	Mittelwert (Mean)	2,26	1,50
Stichprobenumfang n	26	26	Stichprobenumfang n	26	26
Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00		Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00	
Freiheitsgrade (df)	49		Freiheitsgrade (df)	49	
t-Statistik	3,008		t-Statistik	2,211	
p (sig. 2-tailed)	0,004		p (sig. 2-tailed)	0,032	

Für die Nichtbeweidungszeiger hingegen lassen sich zwischen den Flächen 1 und 2 keine Unterschiede erkennen (vgl. Tab. 21 und Tab. 22). Weder die Artenzahlen pro Frequenzrahmen noch ihre mittlere Frequenz pro Rahmen weisen einen statistisch abgesicherten Unterschied auf. Das bedeutet jedoch nicht, dass nicht doch ein Unterschied vorhanden ist, der sich aber mit diesen Methoden nicht ermitteln lässt. Eine Ursache könnten die selektierten Nichtbeweidungszeiger sein, die wie ja schon im Kapitel 5.4.2 Güte der Leitarten (Seite 61ff.) festgestellt, nur sehr schlechte Güteklassen aufweisen und sich daher eher schlecht als Zeigerarten eignen.

Tab. 21: t-Tests für die Artenzahl an Nichtbeweidungszeigern pro Frequenzrahmen der Flächen 1 & 2

Nichtbeweidungszeiger (2004) Artenzahl pro Rahmen	F1	F2	Nichtbeweidungszeiger (2005) Artenzahl pro Rahmen	F1	F2
Mittelwert (Mean)	2,12	2,15	Mittelwert (Mean)	2,88	2,35
Stichprobenumfang n	26	26	Stichprobenumfang n	26	26
Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00		Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00	
Freiheitsgrade (df)	50		Freiheitsgrade (df)	49	
t-Statistik	-0,119		t-Statistik	1,397	
p (sig. 2-tailed)	0,906		p (sig. 2-tailed)	0,169	

Tab. 22: t-Tests für die mittlere Frequenz der Nichtbeweidungszeiger pro Rahmen der Flächen 1 & 2. Die mittlere Frequenz wurde nur aus den vorhandenen Arten berechnet; die Zahlen entsprechen der Anzahl der Kleinquadrate.

Nichtbeweidungszeiger (2004) mittlere Frequenz pro Rahmen	F1	F2	Nichtbeweidungszeiger (2005) mittlere Frequenz pro Rahmen	F1	F2
Mittelwert (Mean)	1,96	2,36	Mittelwert (Mean)	1,90	2,19
Stichprobenumfang n	26	26	Stichprobenumfang n	26	26
Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00		Hypothes. Differenz der Mittelwerte	0,00	
Freiheitsgrade (df)	49		Freiheitsgrade (df)	46	
t-Statistik	-1,536		t-Statistik	-1,124	
p (sig. 2-tailed)	0,131		p (sig. 2-tailed)	0,266	

5.5 Fläche 3 und Griehser-Flächen

5.5.1 Korrespondenzanalyse beider Flächen

Abb. 37 und Abb. 38 zeigen die aufgrund der Korrespondenzanalyse errechneten Positionen aller 22 Vegetationsaufnahmen der Flächen 3 und Griehser-Flächen (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) auf der 1. und 2. Ordinationsachse. In der Abb. 37 sind zusätzlich die Zugehörigkeit zu den entsprechenden pflanzensoziologischen Einheiten (vgl. Tab. 15) sowie die Vektoren der Standortparameter eingezeichnet. Bei der Abb. 38 dagegen werden die in den Aufnahmen aufgenommenen Arten (blaue Kreuze) und die Artengruppen aus der Twinspan-Analyse (siehe Beilage 3) dargestellt.

Der Eigenwert der 1. Achse ist mit 0,284 niedrig. Eine Absenkung auf 0,142 bei der 2. Achse sowie auf 0,090 bei der 3. Achse ist zwar vorhanden aber nicht deutlich ausgeprägt. Dies bedeutet, dass nur ein schwacher Gradient auf der 1. Achse abgebildet ist. Die Aufnahmen sind entlang der 1. Achse folgendermaßen angeordnet (vgl. Abb. 37):

- rechts außen: Griehser-Flächen 1992 bis 1996
- Mitte rechts: Griehser-Flächen 2004 und 2005
- linke Hälfte: Aufnahmen der Fläche 3

Die Interpretation mit Hilfe der pflanzensoziologischen Einheiten ergibt kein eindeutiges Bild, außer dass die Gruppe rechts außen dem *Deschampsia cespitosae*-Poetum alpinae, Ausbildung mit *Sibbaldia procumbens* und tw. *Agrostis capillaris* zugeordnet werden kann. Links außen befinden sich die Aufnahmen des *Elynetum myosuroides*, Ausbildung mit *Deschampsia cespitosa*, *Festuca nigrescens* und *Carex sempervirens*. Dies ergibt von links nach rechts einen Trend von Magerrasen über Weiden hin zu den Schneeböden (vgl. Abb. 38). Die Vektoren der Standortparameter untermauern diese Tendenz (vgl. Abb. 37):

- linke Seite: mehr Licht, stärkere Neigung, Exposition West bzw. Nord
- rechte Seite: nährstoffreicher, feuchter, Exposition Südwest

Spielt die Beweidung bei der Korrespondenzanalyse Fläche 3 und Griehser-Flächen eine Rolle?

Abb. 38 zeigt, dass die Beweidungsarten (pink umrandet) um die Aufnahmen herum angeordnet sind. Dies bedeutet, dass die Beweidungsarten in allen Aufnahmen vorkommen können und der Beweidungseinfluss sich auf alle Aufnahmen auswirkt. Der auf der 1. Achse wirksame jedoch schwache Gradient ist auf andere Faktoren Licht, Stickstoff, Feuchtigkeit, Exposition und Neigung zurückzuführen.

Fläche 3 und Griehser-Flächen: RA

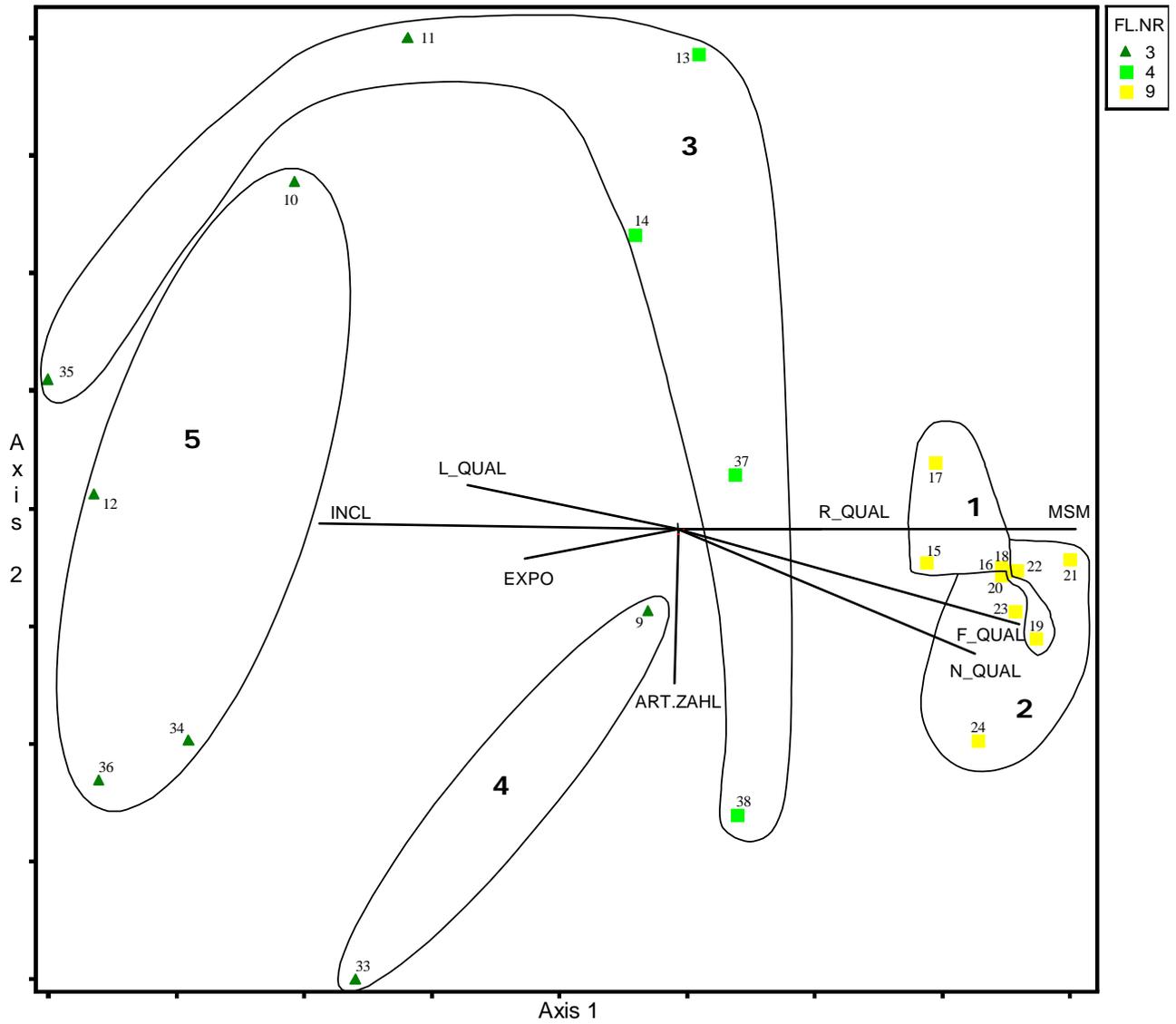
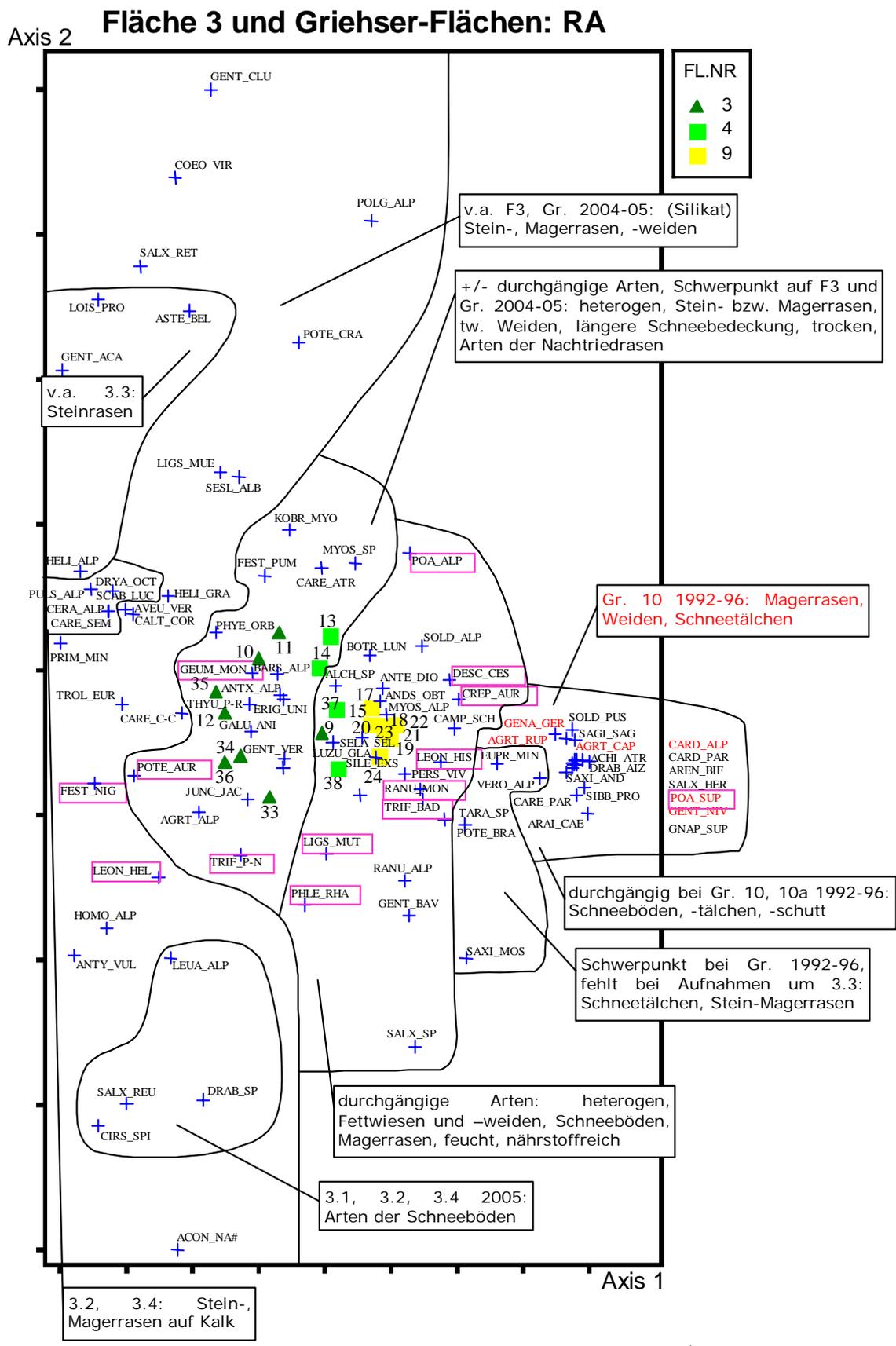


Abb. 37: Positionen aller 22 Vegetationsaufnahmen der Flächen 3 und Griehser-Flächen (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse mit Kennzeichnung der Zugehörigkeit zur jeweiligen Pflanzengemeinschaft (schwarze Umrandung mit Zahl siehe Text) sowie den Standortsparemetervektoren (orig.)



Trend von Magerrasen über Weiden hin zu Schneeböden

Abb. 38: Positionen aller 22 Vegetationsaufnahmen der Flächen 3 und Griehser-Flächen (Flächensymbole mit Aufnahme-ID) und der in ihnen aufgenommenen Arten (blaue Kreuze, Beweidungszeiger pink umrandet) auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse und die Interpretation des Gradienten auf der 1. Achse (orig.)

5.5.2 Gradientenanalyse auf Dauerfläche 3

Abb. 39 und Abb. 40 zeigen die aufgrund der Korrespondenzanalyse errechneten Positionen aller 52 Frequenzrahmen (Transekte mit Symbolen) der Fläche 3 auf der 1. und 2. Ordinationsachse. In der Abb. 39 werden zusätzlich die in den Frequenzrahmen aufgenommenen Arten (blaue Kreuze) dargestellt sowie die Beweidungszeiger (pink umrandet) und Nichtbeweidungsarten (lila umrandet) gekennzeichnet. Bei der Abb. 40 sind weiters die Rahmen-ID und die Vektoren der Standortparameter eingezeichnet.

Der Eigenwert der 1. Achse ist mit 0,192 niedrig. Eine Absenkung auf 0,095 bei der 2. Achse ist vorhanden aber nicht deutlich ausgeprägt. Der Eigenwert der 3. Achse beträgt 0,088. Demnach ist nur ein schwacher Gradient auf der 1. Achse wirksam.

Durch die Kennzeichnung der Zeigerarten in Abb. 39 wird deutlich, dass sich Beweidungsarten im rechten oberen Teil befinden. Die Nichtbeweidungsarten sind im linken Drittel konzentriert. Aufgrund dieser klaren Trennung und der Standortparameter können auch die Frequenzrahmen kategorisiert werden (vgl. Abb. 40):

- rechter Teil: Beweidungsfrequenzrahmen, nährstoffreich, feucht
- linkes Drittel: Nichtbeweidungsfrequenzrahmen mit höherer Artenzahl und Lichtzahl

Überträgt man diese Einteilung in das Flächendesign der Dauerfläche 3 (vgl. Abb. 41), befinden sich die Beweidungsfrequenzrahmen hauptsächlich entlang des 2. Transektes. Dies lässt den Schluss zu, dass der Zaun entlang dieses Transektes verlaufen ist. Diese punktuelle Häufung von Beweidungszeigern kann damit erklärt werden, dass Weidetiere gerne entlang des Weidezauns fressen.

Wertet man die Frequenzrahmen von Transekt 1 nach obigen Annahmen aus (kurzfristig unbeweidet = Rahmen-Nr. 3101 bis 3106; langfristig unbeweidet = Rahmen-Nr. 3108 bis 3113; Rahmen-Nr. vgl. Tab. 9), so erhält man keine statistisch abgesicherten Unterschiede bezüglich der Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeiger. Weder die Artenzahlen pro Frequenzrahmen noch deren mittlere Frequenz pro Rahmen unterscheiden sich statistisch zwischen den beiden Transektbereichen beiderseits des vermuteten Zaunverlaufs (t-Test, ohne Abbildung).

Interessant sind jedoch die Trends der Mittelwerte der mittleren Frequenzen der Arten, die in beiden Jahren die obigen Annahmen stützen. So zeigen auf dem länger beweideten Bereich im Norden die Beweidungszeiger tendenziell höhere mittlere Frequenzen, während auf dem länger unbeweideten Teil im Süden die Nichtbeweidungszeiger tendenziell höhere mittlere Frequenzen aufweisen. Dies ließe sich dadurch erklären, dass die Beweidung auf Dauerfläche 3 (bzw. generell am Langereitboden) möglicherweise zu intensiv über eine zu lange Zeit erfolgte. Die Einstellung der Beweidung von ca. 15 Jahren (bzw. der Unterschied der Beweidungsdauer von 9 Jahren) zeigt daher eventuell noch keinen Unterschied im Hinblick auf eine komplette Verschiebung der Artengarnitur jedoch schon Ansätze bei der Verschiebung der Dominanzverhältnisse.

Andererseits wäre eine andere Erklärung für den fehlenden Nachweis von deutlichen Unterschieden, dass die Beweidung ein eher untergeordneter Standortfaktor ist, wohingegen die geologischen, reliefspezifischen und kleinklimatischen Bedingungen ausschlaggebend für die Ausbildung sowie Entwicklung der Vegetation sind.

Da für diese Hypothesen allerdings frühere Vergleichswerte fehlen, werden nachfolgende Untersuchungen benötigt, um diese Annahmen abzusichern.

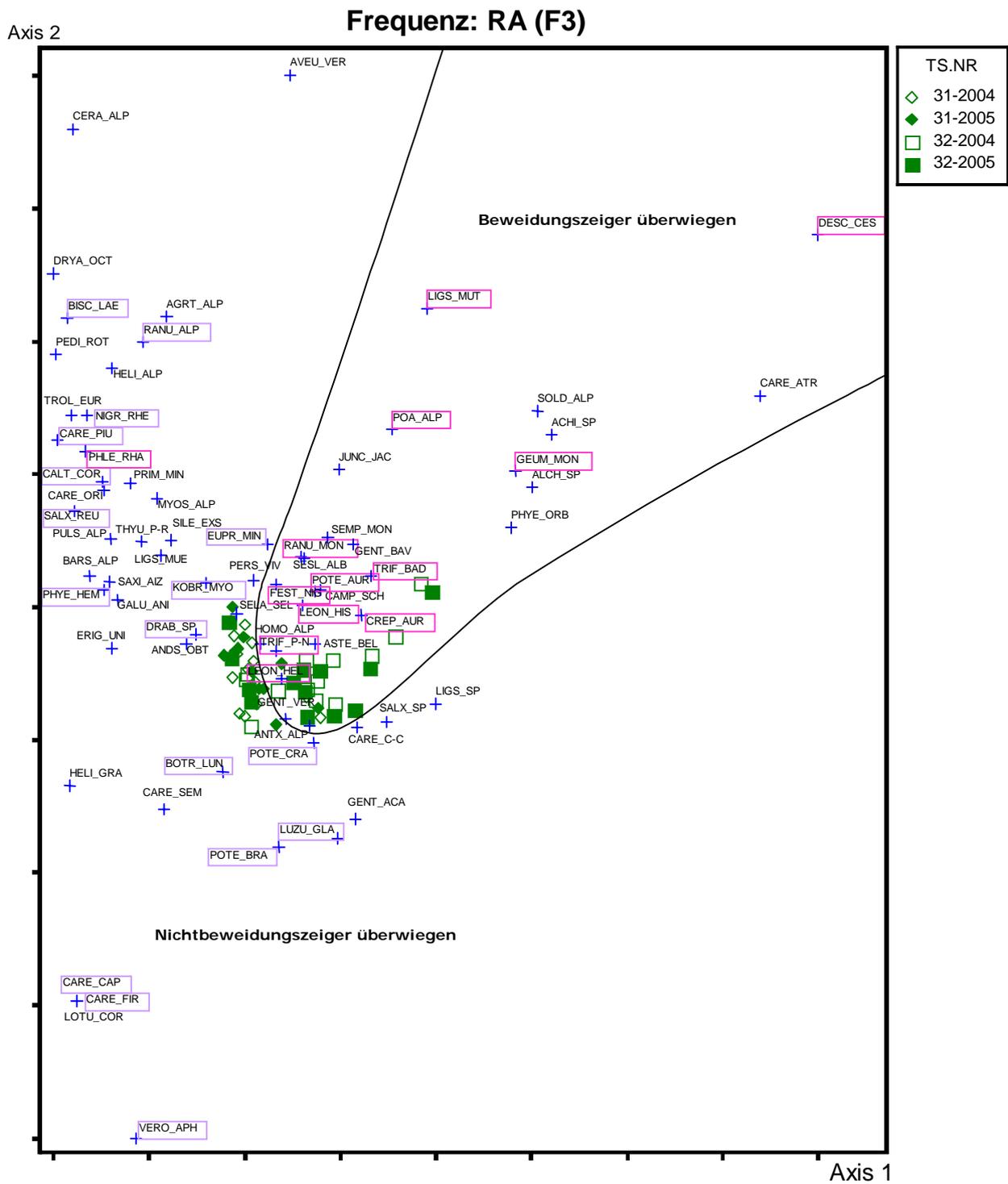


Abb. 39: Positionen aller 52 Frequenzrahmen (Transekte mit Symbolen) der Fläche 3 und der in ihnen aufgenommenen Arten (blaue Kreuze) auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse sowie die Kennzeichnung der Beweidungszeiger (pink umrandet) und Nichtbeweidungsarten (lila umrandet) (orig.)

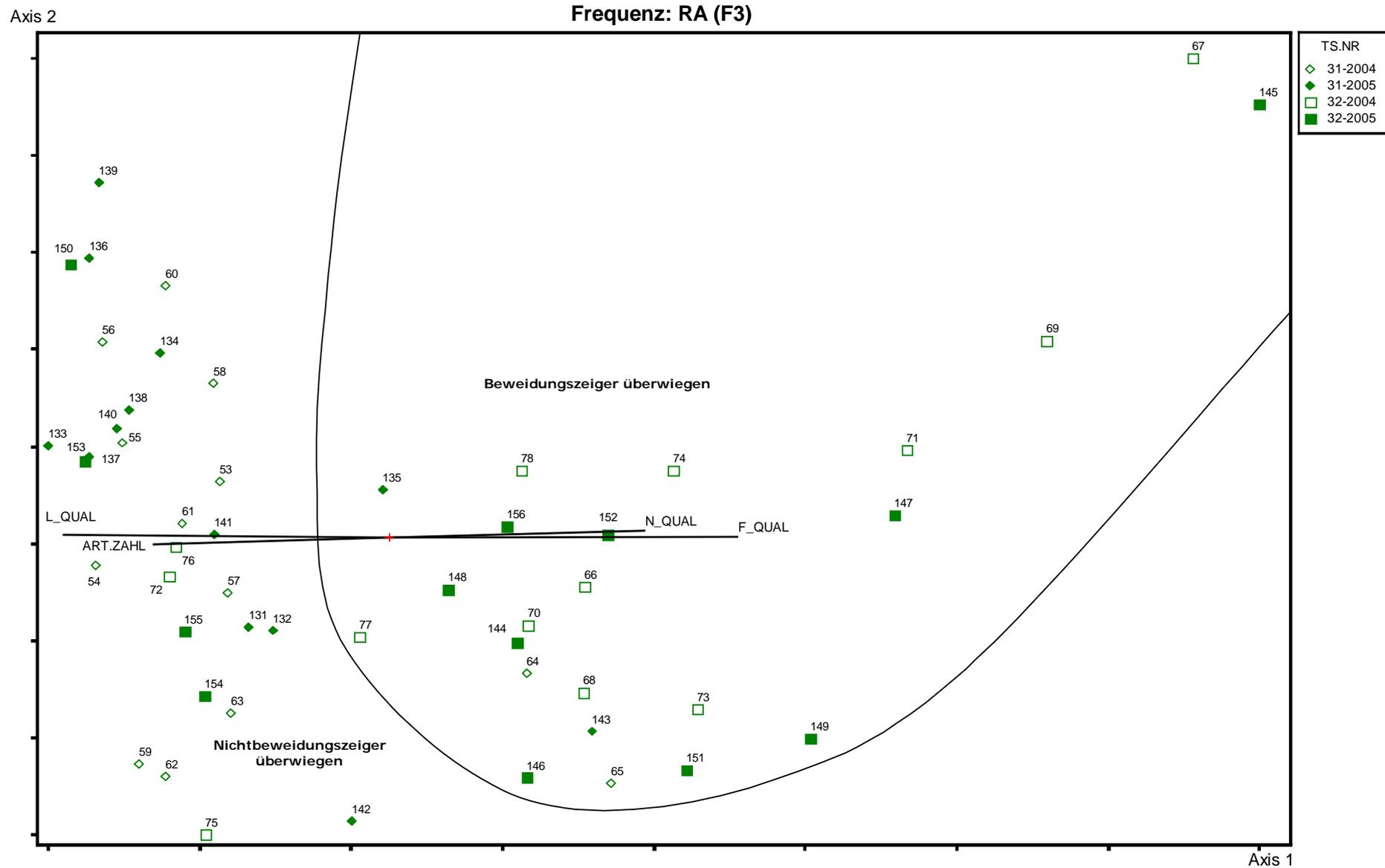


Abb. 40: Positionen aller 52 Frequenzrahmen (Transekte mit Symbolen und Rahmen-ID) der Fläche 3 auf der 1. und 2. Achse einer Korrespondenzanalyse sowie den Standortparametervektoren (orig.)

Fläche 3 (Detail: Frequenzrahmen)

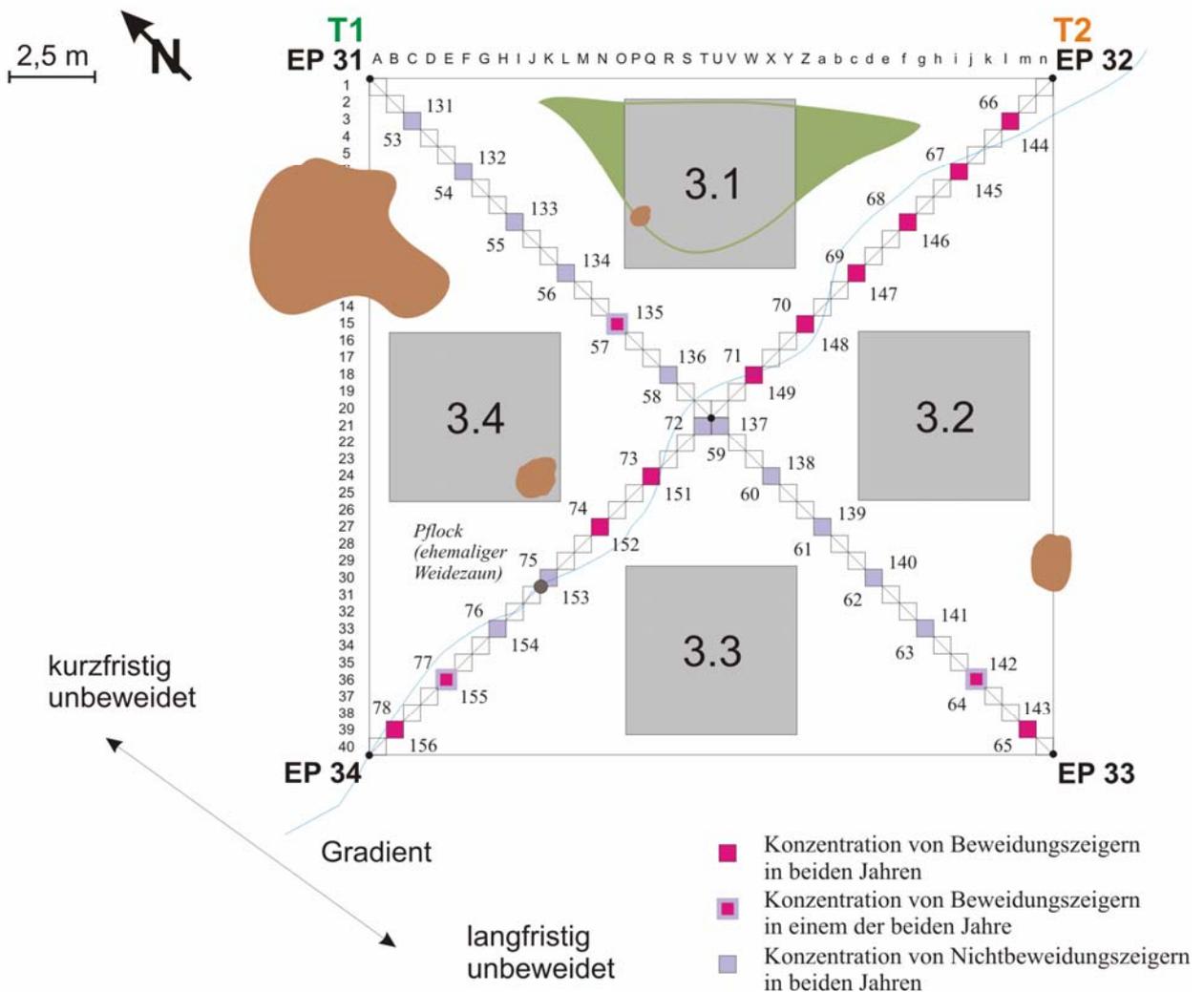


Abb. 41: Design Dauerfläche 3 inkl. Kennzeichnung der Einteilung aus der Abb. 40 (orig.)

5.5.3 Veränderungen auf Artniveau auf Fläche 3

Abb. 42 bis Abb. 44 zeigen die Histogramme der Frequenzverteilung aller in den Rahmen der Fläche 3 vorkommenden Arten. Die Jahre 2004 und 2005 sind getrennt dargestellt. Weiters ist ganz links jeweils der Ähnlichkeitskoeffizient angegeben (aus dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test). Ist dieser Ähnlichkeitskoeffizient bei 1, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Frequenzverteilungen der entsprechenden Art bezogen auf die Jahre 2004 und 2005. Das heißt, es hat keine Veränderung stattgefunden. Liegt dieser Wert niedriger (z. B. bei 0,7 oder 0,21) ist zu prüfen, ob es sich dabei um einen Bearbeitungsfehler handelt (Arten übersehen, falsch bestimmt, anderer phänologischer Zeitpunkt etc.) oder ob wirklich eine Veränderung erfolgt ist. So können für jede Art charakteristische Verteilungsmuster festgelegt, Bearbeitungsfehler erkannt und Veränderungen besser und statistisch abgesichert festgestellt werden.

Die Tab. 23 zeigt die für die Fläche 3 festgelegten Leitarten und die jeweilige Bewertung des derzeitigen Verteilungsmuster (vgl. auch Abb. 42 bis Abb. 44). Ist bei der Spalte Bewertung Histogramme kein Kommentar zum Ähnlichkeitskoeffizienten vorhanden, dann liegt dieser Wert bei 1 (d. h. kein signifikanter Unterschied zwischen den Verteilungsmustern 2004 und 2005 → keine Veränderung). Folgende Arten sollten beim nächsten Untersuchungsdurchlauf besonders beobachtet werden (v.a. hinsichtlich Entwicklungstendenz):

- Beweidungszeiger (auch Arten des *Deschampsia cespitosae*-*Poetum alpinae*)
- Nichtbeweidungszeiger
- Arten der Zielgesellschaften der potentiell natürlichen Vegetation (*Elynetum myosuroides*, *Hygrocaricetum curvulae*, *Caricetum curvulae*, Schneeböden)

Folgende Arten eignen sich aufgrund ihrer Verteilungsmuster besonders als Leitarten:

- Art in einem Großteil der Rahmen und in allen Frequenzklassen vorkommend z. B. *Crepis aurea*, *Trifolium badium*, *Trifolium pratense ssp. nivale* → die Entwicklungstendenz Abnahme in Anzahl der Rahmen und Frequenz gut zu beobachten, auch Zunahme kann mit Hilfe der Frequenzklassen festgestellt werden
- Art in einem Großteil der Rahmen, Schwerpunkt auf den höheren Frequenzklassen (rechtssteile Verteilung) z. B. *Festuca nigrescens*, *Leontodon hispidus*, *Potentilla aurea*, *Ranunculus montanus* (Beweidungszeiger) → Entwicklungstendenz Abnahme in Anzahl der Rahmen und Frequenz gut zu beobachten
- Arten in zumindest ca. 1/3 aller Rahmen, in allen Frequenzklassen vorkommend (linkssteile Verteilung) z. B. *Botrychium lunaria*, *Euphrasia minima*, *Potentilla crantzii* (Nichtbeweidungszeiger) → Entwicklungstendenz auf jeden Fall gleichbleibend, idealerweise Zunahme gut zu beobachten

Arten mit geringer Stetigkeit eignen sich als Leitarten nicht so gut, da sie leichter zu übersehen bzw. bei unterschiedlichen phänologischen Phasen ev. nicht vorhanden sind.

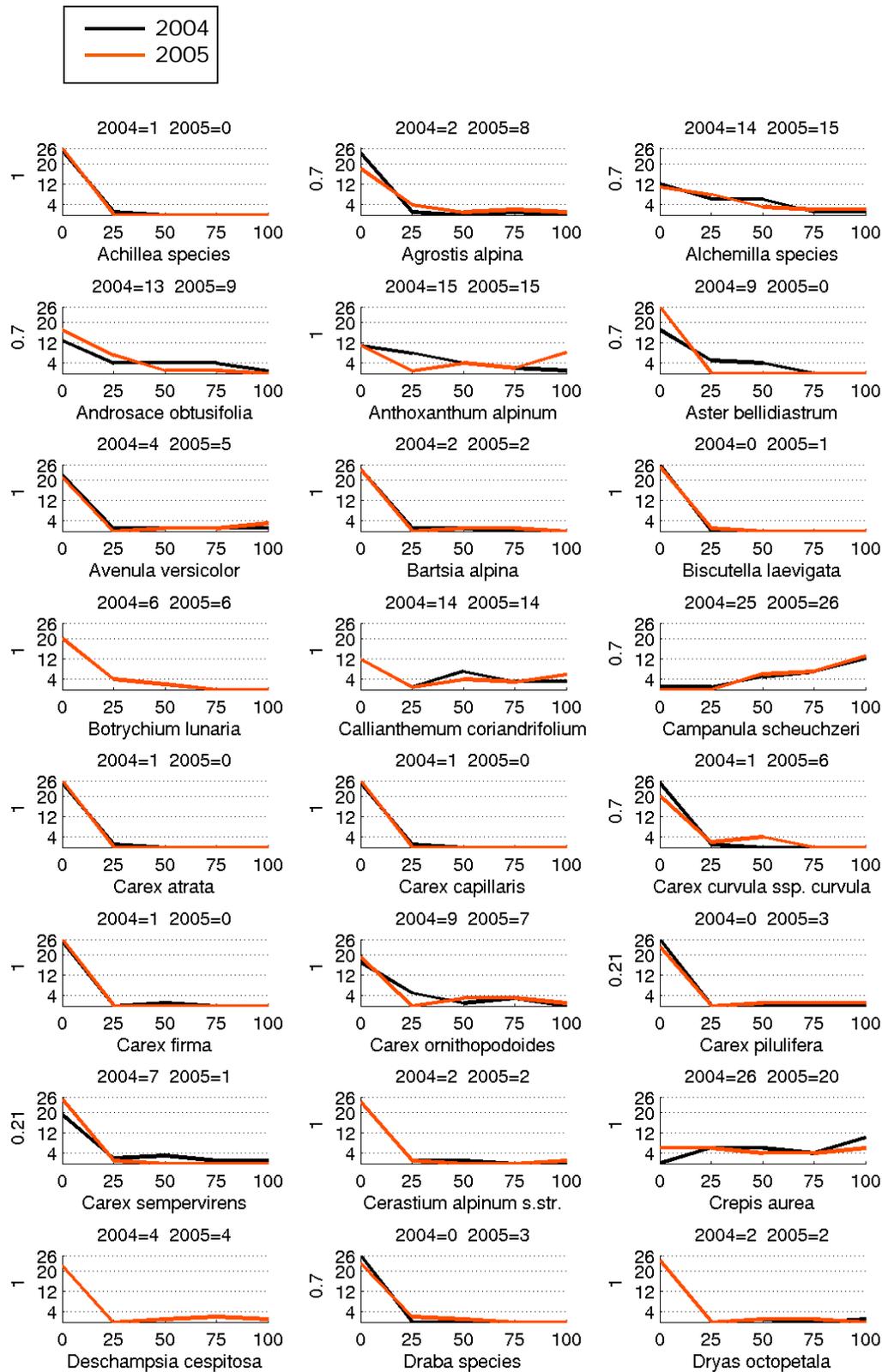


Abb. 42: Histogramme der Frequenzverteilung der in den Rahmen der Fläche 3 vorkommenden Arten (*Achillea* sp. bis *Dryas octopetala*), aufgetrennt nach den Jahren 2004 (schwarz) und 2005 (orange), x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art im jeweiligen Jahr vorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus dem KS-Test) (orig.)

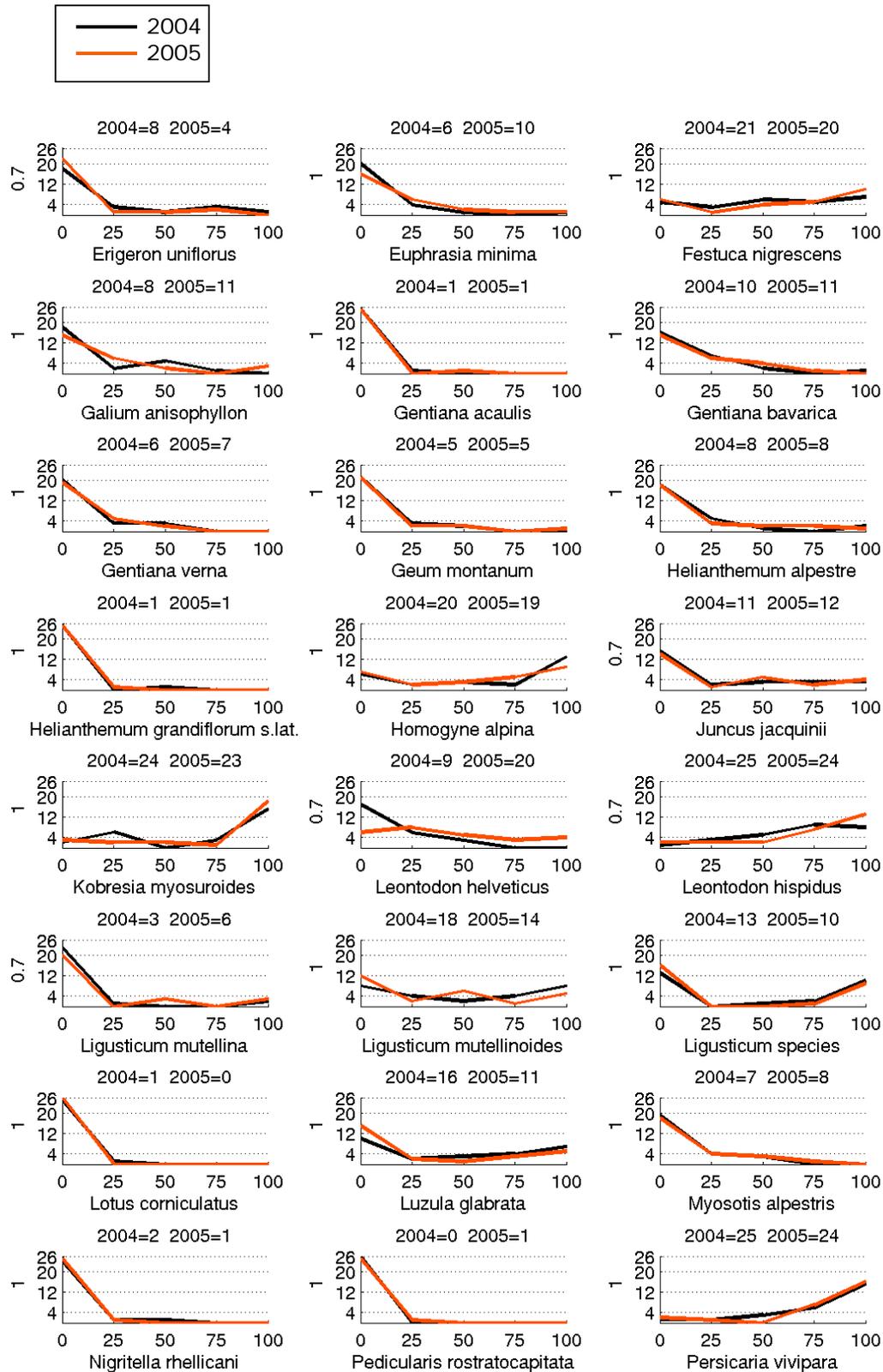


Abb. 43: Histogramme der Frequenzverteilung der in den Rahmen der Fläche 3 vorkommenden Arten (*Erigeron uniflorus* bis *Persicaria vivipara*), aufgetrennt nach den Jahren 2004 (schwarz) und 2005 (orange), x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art im jeweiligen Jahrvorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus dem KS-Test) (orig.)

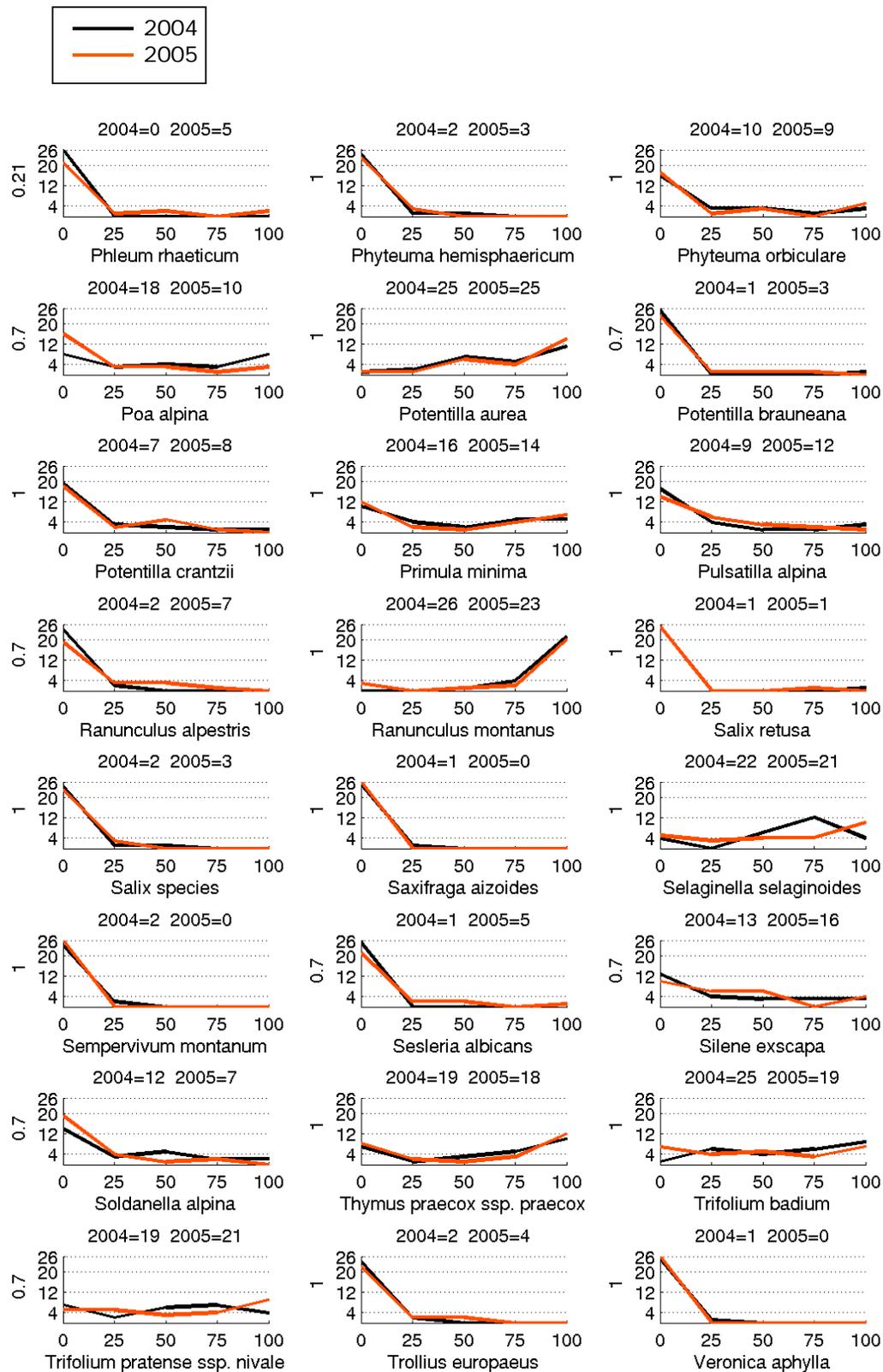


Abb. 44: Histogramme der Frequenzverteilung der in den Rahmen der Fläche 3 vorkommenden Arten (*Phleum rhaeticum* bis *Veronica aphylla*), aufgetrennt nach den Jahren 2004 (schwarz) und 2005 (orange), x-Achse = Frequenzprozent, y-Achse = Anzahl der Frequenzrahmen; oben: Anzahl der Frequenzrahmen, in denen die Art im jeweiligen Jahrvorkam; links: Ähnlichkeitskoeffizient (aus dem KS-Test) (orig.)

Tab. 23: Die für die Fläche 3 festgelegten Leitarten, die jeweilige Bewertung des derzeitigen Verteilungsmuster (vgl. auch Abb. 42 bis Abb. 44) und die Entwicklungstendenz. Ist bei der Spalte Bewertung Histogramme kein Kommentar zum Ähnlichkeitskoeffizienten vorhanden, dann liegt dieser Wert bei 1.

Art	Leitart für/als	Bewertung Histogramme (2004, 2005)	positive Entwicklungstendenz, zu beobachten
<i>Avenula versicolor</i>	Hygrocaricetum curvulae	in ca. 1/6 der Rahmen,	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Biscutella laevigata</i>	Nichtbeweidungszeiger (alpine Steinrasen auf Kalk)	nur 2005 in einen Kleinquadrate gefunden	Zunahme bzw. gleich bleiben (weil Standort eher sauer)
<i>Botrychium lunaria</i>	Nichtbeweidungszeiger	in ca. 1/3 der Rahmen, hier Frequenz von 25 bzw. 50 %	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Callianthemum coriandrifolium</i>	Nichtbeweidungszeiger	in mehr als der ½ der Rahmen, verstärkt in Frequenzklassen von 50 % und darüber	auf jeden Fall gleich bleiben (Anzahl der Rahmen und Frequenz), weitere Zunahme positiv
<i>Carex capillaris</i>	Nichtbeweidungszeiger, Elynetum	nur 2004 in einen Kleinquadrate gefunden	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Carex curvula</i> ssp. <i>curvula</i>	Caricetum curvulae, Hygrocaricetum curvulae	2004 nur in 1, 2005 in 6 Rahmen gefunden, daher nur Ähnlichkeit von 0,7, Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen)	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Carex firma</i>	Nichtbeweidungszeiger	nur 2004 in einen Rahmen (Frequenz 50 %) gefunden	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Carex pilulifera</i>	Nichtbeweidungszeiger, Verhagerungszeiger	2004 nicht, 2005 in 3 Rahmen gefunden (Frequenz zwischen 50 und 100 %), daher nur Ähnlichkeit von 0,21, Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Crepis aurea</i>	Beweidungszeiger, Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae, Nährstoffzeiger	2004 in allen Rahmen, 2005 in mehr als ¾ aller Rahmen, in allen Frequenzklassen +/- gleichmäßig vertreten	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Beweidungszeiger, Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae, Quell- bzw. Grundwasserzeiger	in weniger als der 1/6 der Rahmen, exakt gleiche Frequenzprozente in den jeweiligen Rahmen 2004 und 2005	gleich bleiben (da Quell- bzw. Grundwasserzeiger)
<i>Draba</i> sp.	Nichtbeweidungszeiger	2004 nicht, 2005 in 3 Rahmen gefunden (Frequenz max. 50 %), daher nur Ähnlichkeit von 0,7, Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Euphrasia minima</i>	Nichtbeweidungszeiger	in ca. 1/3 aller Rahmen, in allen Frequenzklassen vorkommend	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Festuca nigrescens</i>	Beweidungszeiger	in mehr als ¾ aller Rahmen, in allen Frequenzklassen vorkommend	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)

<i>Geum montanum</i>	Beweidungszeiger, lange Schneebedeckung	in weniger als 1/6 der Rahmen	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nichtbeweidungszeiger, Elynetum myosuroides	in ca. 90 % aller Rahmen, dort wo <i>Kobresia</i> nicht vorhanden <i>Deschampsia cespitosa</i> dominant	gleich bleiben
<i>Leontodon helveticus</i>	Beweidungszeiger, Hygrocaricetum curvulae	2004 in 9, 2005 in 20 Rahmen gefunden, daher nur Ähnlichkeit von 0,7 Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen)	darf als Leitart des Hygrocaricetum gleich bleiben, Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Leontodon hispidus</i>	Beweidungszeiger	2004 in 25, 2005 in 24 Rahmen gefunden, aber einige Sprünge um 3 Frequenzklassen (z. B. von 25 auf 100%) daher nur Ähnlichkeit von 0,7, Bearbeitungsfehler (ev. übersehen)	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Hygrocaricetum curvulae, Schneeböden	nicht vorhanden (jedoch in den Vegetationsaufnahmen der FL 3)	sollte auch in den Rahmen auftreten
<i>Ligusticum mutellina</i>	Beweidungszeiger, Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae	2004 in 3, 2005 in 6 Rahmen gefunden, daher nur Ähnlichkeit von 0,7 Bearbeitungsfehler (ev. Verwechslung mit <i>Ligusticum mutellinoides</i> oder Art nicht bestimmt Ligusticum sp.)	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten, Arterkennung
<i>Ligusticum mutellinoides</i>	Elynetum myosuroides	2004 in 18, 2005 in 14 Rahmen gefunden, aber 100 % Ähnlichkeit	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten, Arterkennung (v.a. vegetativ)
<i>Luzula glabrata</i>	Nichtbeweidungszeiger	in 40 bzw. 60 % aller Rahmen, in allen Frequenzklassen vorkommend	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Nigritella rhellicani</i>	Nichtbeweidungszeiger	in max. 2 Rahmen (Frequenz max. 50 %)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Phleum rhaeticum</i>	Beweidungszeiger, Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae	2004 nicht, 2005 in 5 Rahmen gefunden (Frequenz zwischen 25 und 100 %), daher nur Ähnlichkeit von 0,21, Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen)	gleich bleiben bzw. Abnahme, Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Nichtbeweidungszeiger, Versauerungszeiger im Elynetum	in max. 3 Rahmen (Frequenz max. 50 %)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Poa alpina</i>	Beweidungszeiger, Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae, Schneeböden	2004 in 18, 2005 in 10 Rahmen gefunden, daher nur Ähnlichkeit von 0,7, Bearbeitungsfehler (ev. übersehen oder verwechselt)	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten

<i>Potentilla aurea</i>	Beweidungszeiger, Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Schneemulden	zu 96 % in den Rahmen vorhanden, zum Großteil mit hohen Frequenzprozenten	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Potentilla brauneana</i>	Nichtbeweidungszeiger, Schneeböden	2004 nur in 1, 2005 in 3 Rahmen gefunden, daher nur Ähnlichkeit von 0,7, Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen oder mit anderen <i>Potentilla</i> -Arten verwechselt)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Potentilla crantzii</i>	Nichtbeweidungszeiger, Elynetum myosuroides	in ca. 30 % der Rahmen	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Primula minima</i>	Elynetum myosuroides	auf mehr als ½ der Rahmen	auf jeden Fall gleich bleiben, idealerweise Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Ranunculus alpestris</i>	Nichtbeweidungszeiger, Schneeböden	2004 in 2, 2005 in 7 Rahmen gefunden, daher nur Ähnlichkeit von 0,7, Bearbeitungsfehler (ev. 2004 übersehen)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz), Verteilungsmuster besonders beobachten
<i>Ranunculus montanus</i>	Beweidungszeiger, Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae	2004 in allen, 2005 in ca. 90 % der Rahmen, in ¾ aller Rahmen mit Frequenz von 100 %	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Salix retusa</i>	Nichtbeweidungszeiger, Schneeböden	2004 und 2005 jeweils nur in einen Rahmen (Frequenz 75 bzw. 100% %)	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Trifolium badium</i>	Beweidungszeiger, Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae, Schneeböden	2004 in 96 % 2005 in ¾ aller Rahmen, in allen Frequenzklassen vorkommend	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	Beweidungszeiger	in ¾ aller Rahmen, in allen Frequenzklassen vorkommend	Abnahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)
<i>Veronica alpina</i>	Hygrocaricetum curvulae	nicht vorhanden (jedoch in den Vegetationsaufnahmen der FL 3)	sollte auch in den Rahmen auftreten
<i>Veronica aphylla</i>	Nichtbeweidungszeiger	nur 2004 in einen Kleinquadrate gefunden	Zunahme (Anzahl der Rahmen und Frequenz)

5.5.4 Veränderung der Griehser-Flächen

Als Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeiger beider Flächen galten nachstehende Arten (vgl. Tab. 24), die mit Hilfe von Prof. Dr. Paul Heiselmayer basierend auf Erfahrungswerten ausgesucht wurden. Zur Bewertung ihrer Eignung als Leitarten kann das vorhergehende Kapitel herangezogen werden. Fehlendes Vorkommen auf einer der Flächen wurde bei der Berechnung der mittleren Gesamtdeckung als 0,0 % miteinbezogen.

Tab. 24: Liste der Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeiger der Griehser-Flächen

Beweidungszeiger der Flächen 10 und 10a	Nichtbeweidungszeiger der Flächen 10 und 10a
<i>Crepis aurea</i>	<i>Botrychium lunaria</i>
<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Callianthemum coriandrifolium</i>
<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Draba</i> sp. (\neq <i>D. aizoides</i>)
<i>Geum montanum</i>	<i>Euphrasia minima</i>
<i>Leontodon helveticus</i>	<i>Kobresia myosuroides</i>
<i>Leontodon hispidus</i>	<i>Luzula glabrata</i>
<i>Ligusticum mutellina</i>	<i>Potentilla brauneana</i>
<i>Phleum rhaeticum</i>	<i>Potentilla crantzii</i>
<i>Poa alpina</i>	<i>Ranunculus alpestris</i>
<i>Poa supina</i>	
<i>Potentilla aurea</i>	
<i>Ranunculus montanus</i>	
<i>Trifolium badium</i>	
<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	

Abb. 45 zeigt, dass Fläche 10a (seit 1990 unbeweidet, d. h. „langfristig unbeweidet“) im gesamten Zeitverlauf einen leicht ansteigenden Trend in Bezug auf die Anzahl der Beweidungszeiger aufweist (mit $R^2 = 0,73$). Ebenso verhält sich die mittlere Gesamtdeckung der Beweidungszeiger auf dieser Fläche, auch wenn hier die Trendlinie mit $R^2 = 0,21$ nur schlecht abgesichert ist. Auffällig ist, dass zwischen 1992 und 1995 rückgängige Deckungswerte bestehen (Abb. 46).

Auf Fläche 10 (bis 1998 beweidet, d. h. „kurzfristig unbeweidet“) hingegen sind leicht abnehmende Trends bemerkbar, sowohl in Artenzahl als auch in mittlerer Gesamtdeckung (Abb. 45 und Abb. 46). Die Determinationskoeffizienten R^2 zeigen jedoch nur einen schwachen Zusammenhang zwischen den Werten und ihren Regressionsgeraden.

Der χ^2 -Test im Flächenvergleich zwischen 10 und 10a im Zeitraum zwischen 1992/93 bis 1995/96 unterstützt diese Trends. Auch hier gab es den Trend, dass die Beweidungszeiger auf Fläche 10a ohne Abnahme ihrer Deckung überwogen, wohingegen auf Fläche 10 in diesem Zeitraum bei mehr Beweidungsarten eine Abnahme der Deckung zu verzeichnen war ($\chi^2 = 2,8$ bei $p = 0,10$).

Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu der Annahme, dass sich die Beweidungszeiger stärker reduzieren, je länger die Beweidungseinstellung zurückliegt. Eine Erklärung wäre, dass die Hypothese nicht zutrifft und andere ökologische Faktoren als die Beweidung eine stärkere Rolle bei der Zusammensetzung der Arten sowie ihren Dominanzen spielen. Möglicherweise steht die Zunahme an Beweidungszeigern im gesamten Zeitverlauf auf der länger unbeweideten Fläche 10a auch in Zusammenhang mit dem Rückgang der Schneetälchenarten, der auf diesen Flächen zu verzeichnen ist (vgl. Kapitel 5.2.3). Dadurch frei gewordene Ressourcen können durch die in der Umgebung noch zahlreich vorhandenen Beweidungszeiger eingenommen worden sein. Im Zeitraum zwischen 1992 und 1996, in dem die Arten der Schneetälchen noch vorhanden waren aber keine Beweidung mehr stattfand, wiesen die meisten Beweidungszeiger zumindest keine Änderung in ihrer Deckung auf.

Auf der bis 1998 beweideten Fläche 10 wird diese Entwicklung eventuell erst verzögert einsetzen, da bis 1998 keine freien Ressourcen verfügbar waren. Möglicherweise hat aufgrund der höheren Gesamtartenzahlen auch ein höherer Konkurrenzdruck geherrscht, was den leichten Rückgang der Beweidungsarten in Anzahl und Deckung erklären würde.

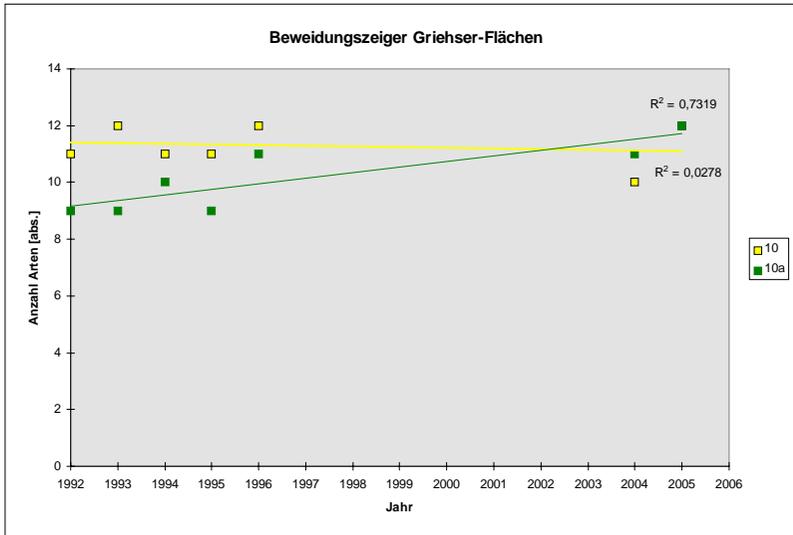


Abb. 45: Veränderung der Beweidungszeiger in ihrer Artenzahl auf den Griebser-Flächen zwischen 1992 und 2005 (orig.)

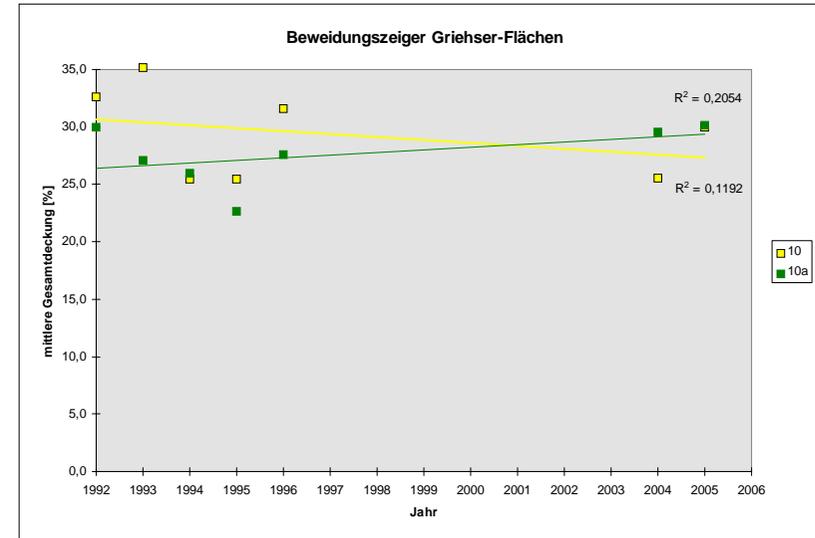


Abb. 46: Veränderung der Beweidungszeiger in ihrer mittleren Gesamtdeckung [%] auf den Griebser-Flächen zwischen 1992 und 2005 (orig.)

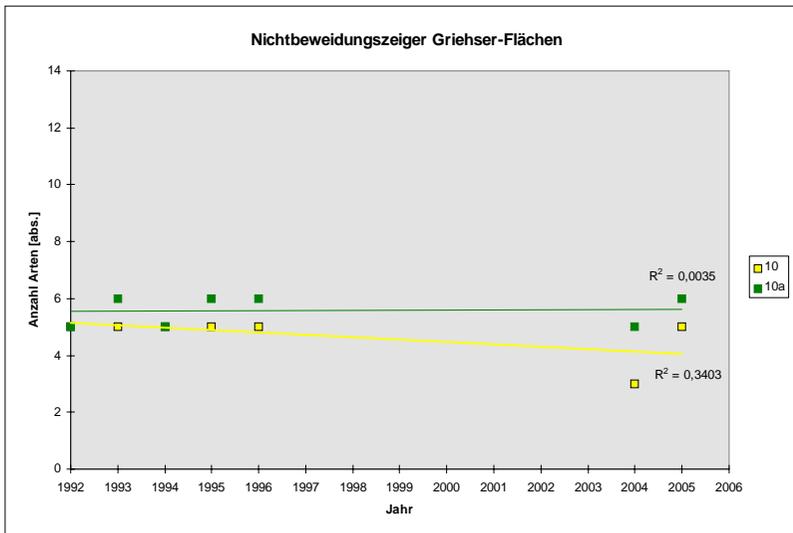


Abb. 47: Veränderung der Nichtbeweidungszeiger in ihrer Artenzahl auf den Griebser-Flächen zwischen 1992 und 2005 (orig.)

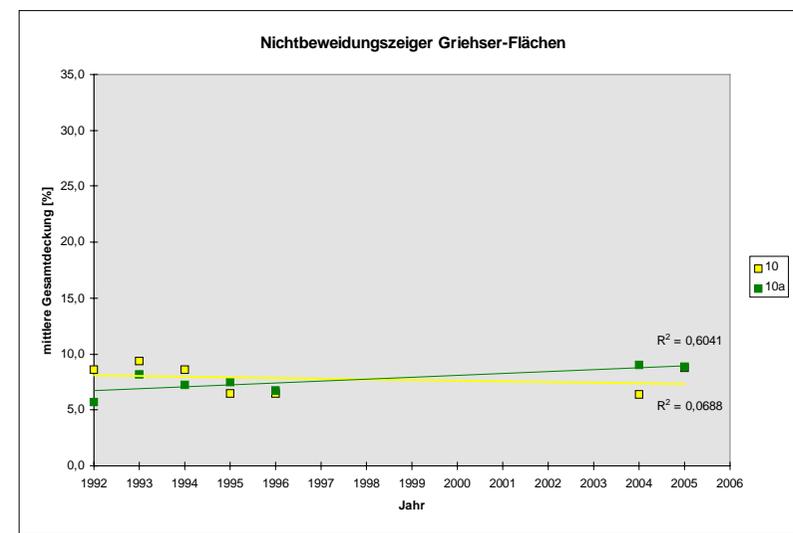


Abb. 48: Veränderung der Nichtbeweidungszeiger in ihrer mittleren Gesamtdeckung [%] auf den Griebser-Flächen zwischen 1992 und 2005 (orig.)

Im Gegensatz zu den Beweidungszeigern weisen die Nichtbeweidungszeiger in ihren Artenzahlen sowie mittleren Gesamtdeckungen wesentlich geringere Werte auf (vgl. Abb. 47 und Abb. 48). Die langfristig unbeweidete Fläche 10a hat im gesamten Zeitverlauf wiederum leicht ansteigende Trends, wobei die mittlere Gesamtdeckung der Nichtbeweidungszeiger mit $R^2 = 0,60$ etwas besser abgesichert ist als die Artenzahl. Auf der kurzfristig unbeweideten Fläche 10 sind wiederum leicht abnehmende Trends vorhanden, die jedoch keine deutlichen statistischen Absicherungen aufweisen (vgl. Abb. 47 und Abb. 48).

Durch den χ^2 -Test wird der Trend von Fläche 10a bestätigt. Auf Fläche 10a besitzen signifikant mehr Nichtbeweidungszeiger im Zeitraum zwischen 1995/96 bis 2004/05 eine Zunahme ihrer Deckung, wohingegen im Zeitraum zwischen 1992/93 bis 1995/96 keine Zunahme der Deckung zu verzeichnen war ($\chi^2 = 6,9$ bei $p < 0,01$). Auf Fläche 10 ist ein ähnlicher Trend vorhanden, der allerdings statistisch schlechter abgesichert ist ($\chi^2 = 3,6$ bei $p = 0,10$). Dieses Ergebnis steht aber im Gegensatz zum gesamten Zeitverlauf, in dem die Nichtbeweidungszeiger auf Fläche 10 einen rückläufigen Trend aufweisen (s.o.).

Als Hypothese wurde vorausgesetzt, dass sowohl auf der langfristig als auch auf der kurzfristig unbeweideten Fläche die Nichtbeweidungszeiger (in Anzahl und Deckung) zunehmen. Besonders die Ergebnisse der χ^2 -Tests bestätigen diese Annahme: eine signifikante (auf Fläche 10 eine weniger deutliche) Steigerung an Nichtbeweidungszeigern, die seit 1995/96 eine Deckungszunahme aufwiesen, wurde statistisch abgesichert. Für Fläche 10a wird besonders die Zunahme der Deckungswerte auch durch die Regressionsgerade unterstützt. Wie schon bei den Beweidungszeigern diskutiert, kann dieser Trend mit dem Rückgang der Schneetälchenarten in Zusammenhang gebracht werden.

Die rückläufige Entwicklung der Nichtbeweidungszeiger auf Fläche 10 im gesamten Zeitverlauf könnte dadurch erklärt werden, dass die Gesamtartenzahl von 1992 bis 2005 auf Fläche 10 um ca. 20 % abnahm, während sie auf Fläche 10a etwa gleich geblieben ist. Dieser allgemeine Artenrückgang könnte sich sowohl auf den Rückgang der Nichtbeweidungs- als auch der Beweidungszeiger ausgewirkt haben.

6 Diskussion

6.1 Bewertung der gewählten Methodik zur Datenerhebung

Nach SPELLENBERG (1991) ist immer zu beachten, dass jedes Auswahl- und Aufnahmeverfahren seine Grenzen hat. Die Kunst ist, die Grenzen zu (er)kennen, Vor- und Nachteile zu beachten, wenn möglich zu quantifizieren und dann letztendlich alles abzuwägen.

Im Folgenden wird die Praktikabilität der weiterentwickelten Methodik anhand der einzelnen Punkte (Auswahl der Flächen, Flächendesign, erhobene Parameter, Verortung, zeitliches Design, Einschulung der Bearbeitenden) beurteilt:

– Auswahl der Dauerflächen und Flächendesign:

- Dauerflächen:
 - Flächendesign bei allen neuen Dauflächen einheitlich → leichtere Bearbeitung
 - subjektive Auswahl → zur Beantwortung der Fragestellung nötig
 - Größe 20 x 20 → leichtere Handhabbarkeit beim Einmessen und Aufbau bei den nachfolgenden Untersuchungsdurchläufen
- Vegetationsaufnahmen: Anzahl 4 und systematische Positionierung zwischen den Transekten → optimale Erfassung der Dauerfläche
- Transekte: systematische Positionierung entlang der Diagonalen → bessere Erfassung des/der Gradienten, leichteres Wiederfinden der Transekte und der Frequenzrahmen
- Frequenzrahmen:
 - Anzahl 13 pro Transekt → größerer Stichprobenumfang, statistische Auswertbarkeit
 - systematische Positionierung mit zufälligem Start (zufällige Wahl des Startpunktes des ersten Rahmens) → leichteres Wiederfinden, einheitliche Auswertbarkeit
 - permanente Frequenzrahmen → leichteres Wiederfinden, einheitliche Auswertbarkeit (abhängige Stichproben), benötigter Stichprobenumfang bei permanenten Plots geringer (ELZINGA et al., 2001)
 - Rahmengröße 0,5 m x 0,5 m → leichtere Handhabbarkeit, schnellere Bearbeitung

– Erhobene Parameter:

- Die vier Vegetationsaufnahmen pro Dauerfläche sind bei einem vertretbaren Bearbeitungsaufwand für die folgenden Dinge gut geeignet und von der Anzahl ausreichend: pflanzensoziologische Einordnung, grobe Charakterisierung der Vegetationseinheit auf der jeweiligen Fläche sowie das deskriptive Herausarbeiten von Unterschieden zwischen Flächen
- Mit Hilfe der Transekte konnte auf der Fläche 3 die wahrscheinliche Lage des Weidezauns (Erfassung des Gradienten) ermittelt werden. Bei den Flächen 1 und 2 dienen die Transekte zur Erfassung des Ist-Zustandes. In Zukunft können die Transekte zur Feststellung bzw. Dokumentation von Veränderungen aufgrund der Sukzession (Verbuschung) verwendet werden.
- Bei den Frequenzrahmen konnte durch die Reduktion der Größe - und damit der Anzahl der Kleinquadrate - der Bearbeitungsaufwand verringert werden. Gleichzeitig wurde der Stichprobenumfang erhöht, wodurch statistische Auswertungen mit größerer Absicherung möglich werden. Mit Hilfe der Leitarten in den Frequenzrahmen konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Fläche 1 und 2 festgestellt werden.

- **Verortung:** Die Verortung mit Hilfe der Stahldrahtseile hat sich bewährt (vgl. Kapitel 4.3). Das Einmessen der Fläche ist zwar personalintensiv (es werden mindestens 3 Personen benötigt), bei einem weiteren Untersuchungsdurchlauf reichen 1 idealerweise 2 Personen aus. Vor allem die Bearbeitungsflächen (Vegetationsaufnahmen, Transekte, Frequenzrahmen) können mit Hilfe der Begrenzungsschnüre relativ genau wiedergefunden werden.
- **Zeitliches Design:** Zwei Untersuchungsdurchläufe zu Beginn eines Monitoringprojekts sind auf jeden Fall nötig, drei wären besser. So weist die Vegetationsaufnahme 3.1 im Jahr 2004 36 Arten und 2005 52 Arten auf. Auch vom Blühaspekt sind teilweise große Unterschiede vorhanden (vgl. Tab. 5). Für diese Unterschiede gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten: die Aufnahme wurde nicht exakt lokalisiert, was aufgrund der Verortungsmethode eher unwahrscheinlich ist. Oder die Aufnahmezeitpunkte sind von der Phänologie unterschiedlich. Vermutlich liegt hier aber ein Bearbeitungsfehler vor. Um dies genauer beurteilen zu können, wäre ein dritter Untersuchungsdurchlauf erforderlich.
 - Blühaspekt: Aus genannten Gründen ist es wichtig, die Erhebung des Blühaspekts zu standardisieren. Es muss genau festgelegt werden, welche phänologischen Phasen erhoben werden, so z. B. die generative Phänostufe von 6 bis 7, d. h. ab 25 % erblüht/stäubend bis Vollblüte (vgl. DIERSCHKE, 1994). Die teilweise stark differierende Anzahl der genannten Arten (vgl. Tab. 5) könnte auf diesen Punkt zurückzuführen sein. Andererseits könnten für eine optimale Vergleichbarkeit der Aufnahmezeitpunkte einige typische Charakterarten ausgewählt und diese dann hinsichtlich ihrer phänologischen Phasen eingestuft werden (vgl. CERNUSCA & SEEBER, 1989). → weitere Standardisierungen sind notwendig
 - Benötigte Zeit bei der Geländearbeit: Bearbeitungsfehler müssen nicht unbedingt auf mangelnde Sachkenntnisse zurückzuführen sein, sondern können schlichtweg durch ein zu übereiltes Arbeiten im Gelände entstanden sein. Daher ist es wichtig, sich bei der Bearbeitung der Vegetationsaufnahmen wie auch der Frequenzrahmen genügend Zeit zu lassen, um Flüchtigkeitsfehler zu vermeiden.
- **Einschulung der Bearbeitenden:** Grundlage für ein rasches Arbeiten im Gelände ist das Beherrschen des methodischen Arbeitsablaufs. Die dafür benötigte intensive Einschulungsphase (Bearbeitung der Dauerflächen, Handhabung des Flächendesigns, Abgleich der Pfadenhauer-Skala und der Artenkenntnisse) hat sich als positiv erwiesen. So lässt sich anhand der vergleichenden Frequenzrahmen-Analyse von Fläche 3 (Vergleich der Frequenzen der Jahre 2004 und 2005) zeigen, dass nur geringe Abweichungen der Artenvorkommen bestehen (vgl. Kapitel 5.5.3, Abb. 42 bis Abb. 44). Tab. 23 zeigt, dass dennoch bei gewissen Arten Bearbeitungsfehler aufgetreten sind (Arten übersehen, falsch bestimmt oder Verwechslung mit anderen Arten). Hier muss bei jeden Untersuchungsdurchlauf wieder eine gewisse Abstimmung und Einschulung erfolgen.

Zusammenfassend ergibt sich aufgrund der adaptierten Methodik ein klares und übersichtliches Flächendesign, das bei allen Dauerflächen gleich ist. Weiters stellt es ein für subalpines, alpines Gelände praktikables Design dar. So sind die Transekte, Vegetationsaufnahmen und Frequenzrahmen optimal auf die Dauerfläche verteilt und eine repräsentative Beprobung ist gegeben. Die Bearbeitungsflächen (Vegetationsaufnahmen, Transekte und Frequenzrahmen) sind leichter auffindbar, bearbeitbar, auswertbar und interpretierbar.

6.2 Bewertung Auswertemethoden

Im folgenden Kapitel wird zusammengefasst, ob durch die Auswertemethoden dieser Untersuchung einerseits Veränderungen im Allgemeinen festgestellt werden können, andererseits die Veränderungen im Piffkar optimal erkannt wurden. Dazu kann die Eignung der Methoden hinsichtlich deskriptiver Statistik sowie Statistik mit signifikanten Ergebnissen (Hypothesentests mit Hilfe von Wahrscheinlichkeiten) unterschieden werden:

- **Klassifikation** (der Vegetationsaufnahmen): Veränderungen deskriptiv feststellbar; multivariates Verfahren zum Erkennen (mehr oder weniger distinkter) Gruppen (KARRER, 2003; GLAVAC, 1996)
 - Twinspan-Analyse: hierarchisch-divisives Klassifikationsverfahren; Gruppen werden gut erkannt; Deckungsunterschiede werden durch die Anzahl der Cutlevels erfasst
 - Piffkar: Aufnahmen- und Artengruppen der verschiedenen Dauerflächen konnten gut abgegrenzt und klassifiziert werden; unterschiedliche Cutlevel-Einstellungen waren nur bei den Flächen 1 und 2 bedeutend (vgl. Kapitel 5.2)
 - gut geeignet für die Gesamtcharakterisierung der Vegetation einer Dauerfläche (pflanzensoziologische Klassifizierung) und als Hilfsmittel zur weiteren Dateninterpretation; Auswahl einer höheren Anzahl an Cutlevels bei Sukzessionsstadien, bei denen Deckungsänderungen eine Rolle spielen; Kenntnis der ökologischen Ansprüche der Arten hilft bei der Interpretation der Vegetationstabelle
 - Clusteranalyse: hierarchisch-agglomeratives Klassifikationsverfahren; distinkte Gruppen oder Gradienten (in Form von serieller Verkettung) werden gut erkannt; je heterogener der Datensatz, desto eher sind agglomerative Klassifikationen zu verwenden (KARRER, 2003); Auswertevarianten:
 - Average Linkage (group average): Bildung kompakter Cluster und starke Trennung zwischen den Clustern (DIPPON et al., 2005); raumverengendes Verfahren, d. h. enge Beziehungen werden betont (KARRER, 2003)
 - Piffkar: besonders die letzten Schritte zur Bildung der Großgruppen ergab eine deutliche Trennung der Aufnahmen der verschiedenen Dauerflächen (vgl. Kapitel 5.3.1)
 - Complete Linkage (farthest neighbor): Bildung kompakter Cluster von ungefähr gleicher Größe (DIPPON et al., 2005); raumerweiterndes Verfahren, d. h. Kleinstgruppen werden erst spät fusioniert (KARRER, 2003)
 - Piffkar: besonders (räumlich bzw. zeitlich) ähnliche Aufnahmen wurden schnell und gut gruppiert (vgl. Kapitel 5.3.1)
 - unterschiedlich gute Klein- bzw. Großgruppenbildung bei den beiden Auswertevarianten; zur Interpretation wird die pflanzensoziologische Klassifikation benötigt
-
- **Ordination (Korrespondenzanalyse, RA)**: Veränderungen deskriptiv feststellbar; multivariates Verfahren (indirekte Gradientenanalyse) zum Erkennen deutlicher, gleichgerichteter Gradienten; Dichte und Trennschärfe der gebildeten Gruppen wird dargestellt (KARRER, 2003; GLAVAC, 1996); Prognosen sind allerdings wegen der Nichtlinearität so gut wie unmöglich (AUSTIN, 1977); eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) eignet sich nicht, wenn ein großer Unterschied zwischen dem Ausgangs- und Enddatensatz besteht (HAKES, 1996)
 - bei Vegetationsaufnahmen: deutliche Gradienten werden erkannt, z. B. unterschiedliche Vegetationseinheiten, deutliche Sukzessionsstadien
 - Piffkar: bei der Charakterisierung der Dauerflächen erfolgten gute räumliche Vergleiche (vgl. Kapitel 5.3.2 und Kapitel 5.4.1); gleiche Aufnahmen aus verschiedenen Jahren waren allerdings häufig recht nah beieinander → schwacher Gradient, der nicht deutlich abgegrenzt werden konnte (vgl. Kapitel 5.5.1)
 - gut geeignet bei räumlichen Vergleichen und der Erfassung von Gradienten zwischen den Aufnahmen; zur Interpretation werden Standortsfaktoren detailliertes Wissen zur Ökologie der betroffenen Arten sowie der Gesellschaften benötigt (vgl. auch AUSTIN, 1977); zeitliche Veränderungen derselben Aufnahme nur feststellbar, wenn ein deutlicher Gradient vorhanden ist; im Laufe der Zeit können wegen der Übersichtlichkeit nur mehr Teilgruppen (z. B. gleiche Flächen oder gleiche Aufnahmen) gleichzeitig dargestellt werden, vgl. dazu auch AUSTIN, 1977
 - bei Frequenzrahmen: deutliche Gradienten werden erkannt, z. B. hohe Varianzen bei Frequenzprozenten

→ Piffkar: bei F3 nur undeutliche Gradienten (vgl. Kapitel 5.5.2) → Interpretation nur möglich mit Hilfe der Leitarten-Optima

→ aufgrund der hohen Stichprobenanzahl und einer dementsprechend hohen Datenvarianz eignen sich Frequenzrahmen bedingt für Ordinationen; die räumliche Nähe der Proben erzeugt weniger Gruppenbildungen, sondern eine kontinuierliche Anordnung der einzelnen Rahmen (entlang eines deutlichen Gradienten, falls dieser vorhanden ist)

– **direkter Vergleich** der Vegetationsaufnahmen:

- Punktogramm mit Regressionsgerade und R^2 : Veränderungen graphisch (deskriptiv) und durch signifikante Ergebnisse feststellbar; z. B. bei zeitlicher Reihung derselben Aufnahme
 - Piffkar: bei Flächen 10 und 10a keine Signifikanz, aber Trends durch eine lineare Regression erhalten (vgl. Kapitel 5.5.4)
 - gut geeignet für zeitliche Vergleiche: Fluktuationen der Vegetation werden durch die Trendlinie gemittelt (zu große Schwankungen sorgen allerdings für einen nicht signifikanten Determinationskoeffizienten R^2); zu große zeitliche Abstände zwischen den Aufnahmen sind zu vermeiden; ev. keine lineare Regression verwenden
- χ^2 -Test: Veränderungen durch signifikante Ergebnisse feststellbar; Vergleich von Zusammenhängen absoluter Häufigkeiten (Kontingenz): je größer die Varianz der Daten, desto eher erhält man eine Signifikanz (PALZENBERGER, 1998); z. B. bei räumlichen bzw. zeitlichen Vergleichen
 - Piffkar: bei den Flächen 10 und 10a ist teilweise Signifikanz gegeben (vgl. Kapitel 5.5.4); nachteilig war die umständliche Umskalierung, da die Rohdaten auf Deckungsschätzungen beruhen; es konnten nur gegenläufige Veränderungen der Gruppen festgestellt werden, die gesamte zeitliche Entwicklung wurde nicht erfasst
 - für räumliche und zeitliche Vergleiche von Vegetationsaufnahmen bedingt geeignet, da Daten meist nur eine geringe Varianz aufweisen und Rohdaten umskaliert werden müssen.

→ brauchbar für deskriptive Statistiken; für signifikante Ergebnisse sind besser Frequenzrahmen-Analysen heranzuziehen

– **direkter Vergleich** der Frequenzrahmen:

- Balkendiagramm mit einzelnen Arthäufigkeiten: Veränderungen graphisch (deskriptiv) feststellbar; z. B. bei räumlichen Vergleichen von Artenvorkommen
 - Piffkar: bei den Flächen 1 und 2 waren gute Ergebnisse aus den Diagrammen ablesbar (vgl. Kapitel 5.4.2)
 - gut geeignet für räumliche Vergleiche auf Artniveau; Testergebnisse (s.u.) können bestätigt und durch einzelne Arten erklärt werden (Populationsdynamik); zeitliche Veränderungen aufgrund umfangreicher Daten nur begrenzt dokumentierbar
- t-Test: Mittelwertvergleich; Veränderungen durch signifikante Ergebnisse feststellbar; z. B. bei räumlichen Vergleichen
 - Piffkar: bei den Flächen 1 und 2 waren einige Testergebnisse signifikant, d. h. Hypothesen konnten dadurch verworfen bzw. beibehalten werden, Flächenunterschiede wurden somit statistisch signifikant bestätigt (vgl. Kapitel 5.4.3)
 - gut geeignet für räumliche Vergleiche mit Datensätzen, die einen hohen Stichprobenumfang aufweisen (d. h. Frequenzrahmen-Analysen)
- Histogramm zur Frequenzverteilung einzelner Arten: Veränderungen graphisch (deskriptiv) feststellbar; z. B. bei räumlichen und zeitlichen Vergleichen von Artenvorkommen
 - Piffkar: bei den Flächen 1 und 2 konnten Unterschiede bzw. Ähnlichkeiten einzelner Artenvorkommen zwischen den Flächen graphisch dargestellt werden (vgl. Kapitel 5.4.2); bei Fläche 3 erfolgte ein exemplarischer Vergleich der Jahrgänge 2004 und 2005 zur Bestimmung von Veränderungen auf Artniveau und Bearbeitungsfehlern (vgl. Kapitel 5.5.3)

→ gut geeignet für räumliche und zeitliche Vergleiche auf Artniveau, da charakteristische Verteilungsmuster erkannt werden; Testergebnisse (s.u.) können bestätigt werden; längerfristige zeitliche Vergleiche sind schnell und einfach durchführbar; Prognosen werden durch die hypothetische Entwicklung einzelner Arten möglich

- **Kolmogoroff-Smirnoff-Test:** parameterfreier Vergleichstest von ordinalskalierten Daten; Veränderungen durch signifikante Ergebnisse feststellbar; z. B. bei räumlichen und zeitlichen Vergleichen; Grenzwerte festlegbar, um Veränderungen zu definieren; nonparametrische Verfahren eignen sich besonders gut, um Unterschiede in den erhobenen Arten unabhängig vom Typ ihrer Frequenzverteilung zu erkennen.

→ Piffkar: bei den Flächen 1 und 2 konnten Unterschiede bzw. Ähnlichkeiten einzelner Artenvorkommen zwischen den Flächen statistisch abgesichert und u.a. dadurch die Güte der Leitarten ermittelt werden (vgl. Kapitel 5.4.2); bei Fläche 3 erfolgte ein exemplarischer Vergleich der Jahrgänge 2004 und 2005 zur Bestimmung von Veränderungen auf Artniveau und Bearbeitungsfehlern (vgl. Kapitel 5.5.3)

→ gut geeignet für räumliche und zeitliche Vergleiche auf Artniveau, da charakteristische Verteilungsmuster erkannt werden (Auswertung von Flächenunterschieden, Bearbeitungsfehlern, Populationsdynamik etc.); längerfristige zeitliche Vergleiche sind bei statistischer Absicherung schnell und einfach durchführbar; Prognosen werden durch die Festlegung von Grenzwerten (bei den Leitarten) möglich, d. h. ab wann kann man von einer Veränderung sprechen

→ kleine Abweichungen im Erhebungszeitpunkt (vgl. Blühaspekt) werden irrelevant, da Frequenzen und nicht Deckungswerte erhoben werden; die Ausbreitung bzw. der Rückgang einzelner Arten (also Veränderungen der Vegetation) bleiben aber gut dokumentierbar

Ein langfristiger zeitlicher Vergleich der Frequenzrahmen wurde nicht durchgeführt, da die Flächen 1, 2 und 3 keine älteren Vergleichsdaten besaßen und von GRIEHSER & PFEIFER (1998) zum Vergleich nur Vegetationsaufnahmen zur Verfügung standen.

- **Berechnung der mittleren ungewichteten (qualitativen) Zeigerwerte:** Hilfsmodell zur Einschätzung der Standortsfaktoren sowie ihren Veränderungen; nicht als unabhängige Umweltvariablen zu verwenden

→ Piffkar: qualitative Zeigerwerte brachten zahlreiche Hinweise für die Interpretation der Ordinationsdiagramme (vgl. Kapitel 5.3.2, 5.4.1, 5.5.1 und 5.5.2)

→ gut geeignet als Interpretationshilfe der Ergebnisse der Ordinationen; Veränderungen können dadurch bekräftigt werden.

Bei Sukzessionen, bei denen die Veränderung der Artdeckung eine Rolle spielt, sind zwar mittlere **quantitative** Zeigerwerte angebracht. Im Zusammenhang mit Fluktuationen der Vegetation ist es allerdings ungünstig, die Deckungsgrade miteinzurechnen, was wiederum für die Berechnung der qualitativen Zeigerwerte spricht (DIERSCHKE, 1994).

- **Definition von Leitarten:** Hilfsmittel, durch das Veränderungen leichter (geringerer Erhebungsaufwand) und schneller (gezieltere Auswertung) feststellbar werden; bei Frequenzrahmen-Analysen

→ Piffkar: Liste basierend auf Erfahrungswerten mit anschließender Evaluierung; die Bewertung wurde mit Hilfe des Kolmogoroff-Smirnoff-Tests durchgeführt (s.o.) und hilft kurz- bis mittelfristig bei einer übersichtlichen Auswertung der Frequenzrahmen; die meisten Nichtbeweidungszeiger erwiesen sich als schlechte Leitarten (vgl. Kapitel 5.4.2)

→ Güte der Leitarten (d. h. wie sie sich als Zeiger eignen) bei nachfolgenden Untersuchungen stets mitbeachten; im Laufe der Sukzession muss die Auswahlliste eventuell angepasst werden, da dann bei den bestehenden Leitarten – außer bei den Arten der PNV (vgl. Kapitel 5.4.2 und 5.5.3) – keine Änderungen mehr zu erwarten sind → anhand der Frequenz-Verteilungsmuster können neue Arten definiert werden

Die Veränderungen im Piffkar wurden somit unterschiedlich gut dokumentiert. Für die verschiedenen Fragestellungen wurden unterschiedliche Methoden herangezogen. ELZINGA et al. (2001) unterscheiden zwei Grundtypen zur Analyse:

1. Signifikanztests für Veränderungen/Trends bzw. Unterschiede
2. Abschätzen von Parametern (mit Vertrauensintervallen) für bestimmte Zieldefinitionen oder Rahmenbereiche.

Der erste Punkt wurde bei dieser Studie durch die Verwendung der Testmethoden t-Test, χ^2 -Test sowie Kolmogoroff-Smirnoff-Test durchgeführt. Konkrete Parameter, d. h. Variablen der Grundgesamtheit (im Gegensatz zu Statistiken, die bei Stichproben erhoben werden), wurden bei dieser Studie nicht festgelegt (z. B. Abschätzen der Mittelwerte der Gesamtpopulation mit Hilfe von Vertrauensintervallen). Anhand des Ähnlichkeitskoeffizienten aus dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test könnten aber ebenfalls Grenzwerte für Veränderungen (= Zieldefinition) festgesetzt werden.

Es gab zudem einige Unterschiede, wie gut sich die einzelnen Flächen auswerten ließen. Besonders bei Fläche 3 lag das Problem vor, dass der genaue Verlauf des Zaunes unklar war. Wäre das Flächendesign dieser Studie schon 1990 angewendet worden – und zwar genau im Bereich der Weidegrenze, dann würden für diese Dauerfläche sehr gute Daten für einen direkten zeitlichen Vergleich vorliegen. Alle weiteren Vergleichsdaten werden jedoch nur schwer einen genauen Zusammenhang zur Beweidungsauffassung herstellen. Bei den Flächen 10 und 10a ließen sich zeitliche Veränderungen nur mäßig gut dokumentieren, da die Daten von GRIEHSER & PFEIFER (1998) aus den Jahren 1992 bis 1996 nur als Vegetationsaufnahmen zur Verfügung standen (die Rohdaten der Detailuntersuchungen waren nicht zugänglich). Diese sind, wie oben beschrieben, nicht sehr gut für signifikante Statistiken, also den statistischen Nachweis von Veränderungen, geeignet.

Im Vergleich zu HUTTEGGER (2002) zeigt es sich, dass zahlreiche Methoden übernommen werden konnten und gute Ergebnisse brachten. Vielfach handelte es sich hierbei um ein exploratives Auswerten (z. B. die Clusteranalyse), bei dem konkrete Hypothesen erst erarbeitet wurden. Für die anschließenden Tests sind gemäß KARRER (2003) im Prinzip neue Datensätze nötig. Es wurden jedoch auch neue Vorschläge zur Auswertung der Frequenzanalysedaten sowie von Veränderungen auf Basis signifikanter Ergebnisse gemacht und evaluiert. Hier muss noch überprüft werden, inwiefern diese sich langfristig als geeignet erweisen.

6.4.1 Interpretation der Ergebnisse

TRAXLER (1997) stellte bereits fest, dass eine statistisch signifikante Veränderung nicht unbedingt eine ökologisch relevante Veränderung sein muss. Das bedeutet, dass als anschließender Schritt die sinnvolle Interpretation der festgestellten Ergebnisse folgen muss. Dabei sind mehrere Dinge, wie z. B. Ausreißer-Aufnahmen zu berücksichtigen.

Um **Ausreißer** festzustellen, können einerseits separate Tests durchgeführt werden (bei PC-ORD: Outlier Analysis), andererseits kann anhand der multivariaten Diagramme eine Einschätzung erfolgen. So werden z. B. bei dem Single Linkage-Cluster-Dendrogramm Ausreißer-Aufnahmen durch eine späte Verkettung gut erkannt. Bei der Korrespondenzanalyse CA weisen sie eine größere Entfernung zu den anderen Aufnahmen auf. Generell können Aufnahmen, die sich bei verschiedenen Analyseverfahren „sprunghaft“ verhalten und sich schlecht einstufen lassen, als intermediär bezeichnet werden (KARRER, 2003).

Im Piffkar verhielten sich die nachstehenden Vegetationsaufnahmen als Ausreißer: 2.2 (vgl. Kapitel 5.2.1, Aufnahme-ID 6 und 30 in Abb. 25, Abb. 26, Abb. 27 sowie Abb. 28) sowie 3.1 (vgl. Kapitel 5.2.3, Aufnahme-ID 9 und 33 in Abb. 25, Abb. 26, Abb. 27 sowie Abb. 37).

Diese Aufnahmen müssen für eine Interpretation hinsichtlich ihrer qualitativen Merkmale genauer angeschaut werden. So werden die beiden Aufnahmen 3.1 bei den Auswertungen stark getrennt, weil sie sich bezüglich ihrer Artenzahlen schon stark unterscheiden (36 Arten im Jahr 2004 und 52 Arten im Jahr 2005). Zusätzlich gibt der deutlich unterschiedliche Blühaspekt (vgl. Tab. 5) Hinweise darauf, dass ein größerer phänologischer Unterschied vorhanden gewesen sein müsste, der bei der Interpretation berücksichtigt werden muss. Bei der Aufnahme 2.2 hingegen treffen diese Faktoren nicht zu und man kann davon ausgehen, dass entweder tatsächliche Strukturunterschiede oder aber Bearbeitungsfehler für die Sonderstellung dieser Aufnahme verantwortlich sind.

Bei den Frequenzrahmen der Fläche 2 2122 (Rahmen-ID 38 und 116), 2204 (Rahmen-ID 43 und 121) sowie 2207 (Rahmen-ID 46 und 124) fällt auf, dass entweder komplett verschiedene Arten

oder aber eine deutliche Differenz der Artenanzahl im Vergleich zwischen 2004 und 2005 aufgetreten sind. Bei der Fläche 3 wiesen die Rahmen 3104 (Rahmen-ID 56 und 134) und 3107 (Rahmen-ID 59 und 137) starke Unterschiede bei der Artenzusammensetzung 2004 bzw. 2005 auf. Steile Hangbereiche, bei denen die Lage der Frequenzrahmen eine größere Unschärfe aufweist, sowie eventuelle Fehler in der Bearbeitung können als Erklärung herangezogen werden. Derartige Qualitätsunterschiede der Rohdaten werden bei zusammenfassenden statistischen Auswertungen kaum mehr berücksichtigt. Da bei den Frequenzrahmen-Analysen die multivariaten Auswertemethoden kaum eine Rolle spielen, müssten hier gesonderte Ausreißertests durchgeführt werden.

Wichtig ist auch, die **Vergleichbarkeit der Flächen** nicht außer Acht zu lassen, was schon bei der Auswahl der Flächen berücksichtigt werden sollte. So sind zwei Flächen für einen direkten Vergleich nur dann geeignet, wenn ähnliche Standortsbedingungen wie Neigung, Exposition, aber auch Bodenverhältnisse gegeben sind. Sind diese ähnlichen Standortsbedingungen nicht vorhanden, dann können die geogenen Verhältnisse den Nutzungseffekt überdecken (STEMMER & PEER, 1993). Die edaphische Vergleichbarkeit bei den Flächen 10 und 10a (*Deschampsia cespitosae*-*Poetum alpinae*, Erhebung seit 1992) bereits von STEMMER & PEER (1996) bestätigt.

Diese Punkte müssen berücksichtigt werden, damit es zu keiner „Überinterpretation“ von Unterschieden oder Veränderungen kommt, die nicht auf den gefragten ökologischen Faktoren basieren.

6.3 Spielt Beweidung eine Rolle?

6.3.1 Alle Flächen – Gesamtcharakterisierung

Aufgrund der Ergebnisse der Klassifikation (Twinspan-Analyse siehe Beilage 1, Clusteranalyse, vgl. Abb. 25 und Abb. 26) und Ordination (Korrespondenzanalyse, vgl. Abb. 27) aller Vegetationsaufnahmen (vgl. Kapitel 5.3 auf Seite 50) kann gesagt werden, dass bei der Großgruppenbildung die unterschiedliche Dauer der Nichtbeweidung kein wesentlicher Faktor ist. Bei der pflanzensoziologischen Gesamttabelle (vgl. Beilage 1) findet schon der erste Teilungsschritt zwischen den jeweiligen Dauerflächen statt, wobei Flächen 1 & 2 einerseits sowie Fläche 3 und die Griechser-Flächen andererseits separiert werden. Es erfolgt somit eine klare Trennung aufgrund der Flächen, die durch die unterschiedlichen pflanzensoziologischen Einheiten erklärt werden kann. Bei der Korrespondenzanalyse aller Vegetationsaufnahmen (vgl. Abb. 27) ist ein starker Gradient – mit Reaktionszahl und Meereshöhe als Hauptfaktoren - auf der 1. Achse abgebildet. Folgende Großgruppen ergeben sich bei allen drei Analyseverfahren:

- Flächen 1 und 2 Aufnahmen des *Seslerio-Caricetum sempervirentis* (basisch) und durchschnittlich auf 2047 msm
- Fläche 3 und Griechser-Flächen Aufnahmen mehrheitlich *Deschampsia cespitosae*-*Poetum alpinae* (eher sauer) und durchschnittlich auf 2215 msm Seehöhe.

6.3.2 Fläche 1 und Fläche 2

Ergibt sich durch die unterschiedliche „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren ein Unterschied zwischen Dauerfläche 1 und 2?

Die Korrespondenzanalyse der Flächen 1 und 2 (vgl. Abb. 28 und Abb. 29) zeigt, dass Beweidungszeiger in allen Aufnahmen vorkommen. Der Hauptgradient wird vom Standortsfaktor Reaktion geprägt. Dennoch weist die kompakte Gruppe des *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, Ausbildung mit *Rhododendron hirsutum* (dominant) und hauptsächlich *Carex firma*-Artengruppe (vgl. Abb. 28 Nummer 9 und 10) bereits auf eine Sukzession Richtung Zwergstrauchheide hin. Auch beim Complete-Linkage-Dendrogramm (vgl. Abb. 26) werden eben diese Aufnahmen (2.1, 2.3, 2.4 der Fläche 2, 1.4 der Fläche 1) in einer Gruppe zusammengefasst.

Mit Hilfe der Frequenzrahmen und der statistischen Auswertung der Leitarten (t-Tests) lassen sich hingegen sehr deutliche Unterschiede zwischen beiden Dauerflächen darstellen. Die stärkere Verbuschung auf Fläche 2 kann in beiden Untersuchungsjahren statistisch abgesichert werden: pro Frequenzrahmen ist eine höhere mittlere Anzahl an Gehölzarten vorhanden (vgl. Tab. 17). Dabei ist

Rhododendron hirsutum dasjenige Gehölz, das auf Fläche 2 am stärksten in Ausbreitung begriffen ist (vgl. Abb. 30). Grund für diese Sukzession könnte die längere Außernutzungsstellung (seit 1990) auf der Fläche 2 sein. Dabei begünstigen die ausbleibenden Faktoren von Fraßdruck, Trittbelastung und ev. Schwenden das Aufkommen von Zwergsträuchern, Sträuchern und Baumkeimlingen.

Zusätzlich ergibt sich durch die Frequenzrahmen-Analysen ein Unterschied der Beweidungszeiger: auf Fläche 1 sind in beiden Jahren sowohl mehr Beweidungsarten pro Frequenzrahmen, als auch eine höhere mittlere Frequenz dieser Arten pro Rahmen nachweisbar. Das deutet darauf hin, dass infolge der längeren Beweidungsdauer um 9 Jahre tatsächlich ein Unterschied in der Artengarnitur sowie der Dominanzverhältnisse gegeben ist. Gleichzeitig zeigt dies, dass 6 Jahre Beweidungseinstellung auf Fläche 1 noch nicht für ein Sukzessionsstadium wie auf Fläche 2 ausreichen. Allerdings fehlen für diese Vermutungen Vergleichsdaten derselben Flächen aus früheren Jahren, denn möglicherweise ist schon vorher ein Unterschied in der Vegetation vorhanden gewesen. Zudem muss berücksichtigt werden, dass die Güteklassen dieser Arten großteils nicht als „sehr gut“ eingestuft werden kann, d. h. sie sind eventuell nicht optimal gewählt.

Was bewirkt die fehlende Beweidung langfristig? Wie verläuft die Sukzession?

Die potentiell natürliche Vegetation im Piffkar in einer Meereshöhe von ca. 2100 msm sind Zwergstrauchheiden bzw. Latschengebüsche (vgl. Kapitel 5.2.2). Auf Fläche 2 (besonders bei den Vegetationsaufnahmen 2.1, 2.3 und 2.4) ist eine Dominanz von *Rhododendron hirsutum* deutlich zu erkennen, was die Sukzession Richtung Alpenrosenheide anzeigt. Die Ergebnisse der Clusteranalysen und Korrespondenzanalyse mit deutlichen Gruppenbildungen der Aufnahmen mit *Rhododendron*-Ausbildung bestätigen diese Vermutung. Das Vorhandensein von Beweidungszeigern im Unterwuchs, wie die Korrespondenzanalyse der Flächen 1 und 2 belegt, zeigt noch die ehemalige Beweidung dieser Dauerfläche (vgl. dazu auch SEIBERT, 1985).

Auf Fläche 1 hingegen tritt *Rhododendron hirsutum* deutlich weniger dominant auf. Hier ist die Latsche stärker vertreten, wie aus den Vegetationsaufnahmen 1.3 (*Pinus mugo* in der Strauchschicht) und 1.4 (Krautschicht) ersichtlich wird. Laut GRABHERR et al. (1993) tritt *Pinus mugo* zwar meist erst zu den Alpenrosengebüschen, wenn sich tiefgründigere Tangelrendsinnen ausgebildet haben, bei der vorliegenden Dauerfläche könnte aber auch eine direkte Sukzession Richtung Latschengebüsch erfolgen. So befinden sich beispielsweise unterhalb von Fläche 1 auch schon geschlossene Latschengebüsche.

Aus der uneinheitlichen Nomenklatur der Gesellschaften von Alpenrose und Latsche (vgl. Kapitel 5.2.2) ist erkennbar, dass keine eindeutigen Differentialarten vorhanden sind, sondern lediglich Verschiebungen in der Dominanz der einzelnen Arten auftreten, die dann für die jeweilige Namensgebung herangezogen werden. Für die Dauerflächen 1 und 2 bedeutet das, dass die verschiedenen zu erwartenden Sukzessionsstadien jeweils wechselnde (fluktuierende) Artenkombinationen bzw. Dominanzen aufweisen können. Ein genauer zeitlicher Ablauf ist somit schwer prognostizierbar und sollte daher detailliert beobachtet werden.

Wie schon oben erwähnt, handelt es sich bei den Latschengebüschen gemäß WALLNÖFER (1993a) vielfach um Regressionsstadien, also um vorangegangene Stadien im Sukzessionsprozess. Für das Piffkar bedeutet dies, dass aufgrund der Einstellung der Beweidung im Endeffekt eine Regeneration des Waldbestandes zu erwarten ist und es somit zu einer Rückverschiebung der Baumgrenze kommen kann. Dementsprechend könnte eine an die Alpenrosenheide bzw. das Latschengebüsch anschließende Sukzession der Dauerflächen Richtung subalpiner Silikat-Lärchen-Zirbenwald erfolgen (vgl. auch die örtliche Bezeichnung: Flurname „Zirmleite“). In durch Beweidung gestörten Beständen dominiert häufig die Lärche (WALLNÖFER, 1993b), was durch erste Anzeichen von *Larix decidua*-Keimlingen in Aufnahme 2.2 bemerkbar ist.

Diese sekundären Sukzessionsabläufe brachliegender Almweiden werden bei MAAG et al. (2001) für das Schweizer Berggebiet und SPATZ et al. (1978) für das Gasteinertal bestätigt. Es werden aber keine Angaben zur **Sukzessionsgeschwindigkeit** gemacht, da diese durch zahlreiche endogene, exogene und neogene Faktoren bestimmt wird. So wird eine Gehölzansiedelung z. B. durch zu große Streuauflagen oder Wildäsung verzögert. Aber auch die Länge der Vegetationsperiode sowie die Leistungsfähigkeit des Standortes sind ausschlaggebend: die Sukzession verläuft umso langsamer, je trockener und/oder kühler ein Standort ist. Das bedeutet, dass Höhenlage und Exposition, das Ausgangssubstrat sowie die damit verbundene Nährstoff- und Wasserversorgung wichtige Faktoren für den Sukzessionsablauf sind (PALDELE, 1994; SPATZ et al., 1978).

Zwergstrauchbestände können in einer längeren stabilen Phase verharren, bevor es zu einer weiteren Sukzession Richtung Waldbestand kommt (MAAG et al., 2001). 25 Jahre ohne große Veränderungen sind dabei keine Seltenheit. Die Entwicklungsgeschwindigkeit kann insgesamt erheblich variieren, so dass letztendlich keine gesicherten Prognosen über den erwarteten Zeitrahmen abgegeben werden können. SCHÜTZ et al. (1998) hingegen geben bei einer 80jährigen Vergleichsstudie aus dem Schweizerischen Nationalpark groben Zeitangaben zum Sukzessionsverlauf an. So wird eine Wiederbewaldung einer Hochstauden-Lägerflur in subalpiner Höhenlage nach etwa 300 Jahren erwartet. Aber auch in dieser Studie variieren die Zeitspannen sehr stark: einige Vergleichflächen blieben bis 80 Jahre nach Aufgabe der Viehhaltung praktisch unverändert erhalten während andere Flächen bereits 20 Jahre nach dem Bewirtschaftungsstopp eine komplett veränderte Artenzusammensetzung aufwiesen.

Für weitere Sukzessionsbeobachtungen eignen sich sowohl die Vegetationsaufnahmen als auch die Frequenzrahmen.

6.3.3 Fläche 3

Bei den Klassifikationen (Twinspan-Analyse und Clusteranalyse) sowie den Ordinationen (Korrespondenzanalyse aller Vegetationsaufnahmen und Korrespondenzanalyse der Fläche 3 und der Griehser-Flächen) werden die Vegetationsaufnahmen von Griehser (10 und 10a) aus den Jahren 1992 bis 1996 deutlich von den Aufnahmen der Fläche 3 getrennt. Die Griehser-Flächen aus den Jahren 2004 und 2005 sowie teilweise auch die Vegetationsaufnahme 3.1 befinden sich bei der Einteilung meist zwischen den alten Griehser-Aufnahmen und denen der Fläche 3.

Außerdem fällt auf, dass die Twinspan-Analyse mit der Präsenz-Absenz-Teilung in etwa dasselbe Ergebnis wie die Teilung mit 5 Cutlevels bringt, bei denen die Deckungsskala berücksichtigt wurde. Das deutet darauf hin, dass die Deckung der Arten bei dieser Fläche eher unwichtig für eine Klassifizierung zu sein scheint. Im Gegensatz dazu ist das Vorkommen einer Art ausschlaggebend.

Die Twinspan-Analyse zeigt auf (vgl. Kapitel 5.2.3), dass es sich bei Dauerfläche 3 um eine inhomogene Fläche handelt, auf denen Arten des *Deschampsio cespitosae*-*Poetum alpinae*, des *Elynetum myosuroides*, des *Salicetum herbaceae*, des *Seslerio-Caricetum sempervirentis* und des *Caricetum curvulae* vorkommen. Diese Vielfalt auf engem Raum spiegelt einerseits das stark variierende Mikorelief, andererseits die Heterogenität des Ausgangsgesteins wider.

Gibt es aufgrund der unterschiedlichen „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren innerhalb der Dauerfläche 3 einen Gradienten?

Bei Fläche 3 bestehen keine deutlichen räumlichen Unterschiede bei der Gruppierung der Vegetationsaufnahmen mittels Twinspan-Analyse. So werden die gegenüberliegenden Aufnahmen 3.2 und 3.4 als *Elynetum myosuroides* zusammengefasst, wohingegen 3.1 und 3.3 als *Deschampsio-Poetum alpinae* mit verschiedenen *Kobresia*-Ausbildungen charakterisiert werden. Die Ordination der Teilflächen des Langereitbodens liefert ein ähnliches Bild (vgl. Abb. 37). Anhand der Standortparametervektoren kann folgende Erklärung gegeben werden: eine stärkere Geländeneigung mit einer höheren Lichtzahl ist verknüpft mit der Ausbildung des Magerrasens (überwiegend Aufnahmen 3.2 und 3.4). Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Beweidung nicht der Hauptfaktor zur Prägung des Vegetationsbildes war und ist.

Bei Auswertung der Frequenzrahmen mittels Korrespondenzanalyse lassen sich hingegen Konzentrationen von Beweidungs- bzw. Nichtbeweidungszeigern abgrenzen und anschließend räumlich definieren (vgl. Abb. 39 bis Abb. 41): entlang des 2. Transekts treten verstärkt „Beweidungsfrequenzrahmen“ auf. Eine Erklärung wäre der Zaunverlauf entlang dieses Transekts, da Weidetiere sich gern an Zaunbegrenzungen aufhalten. Eine statistische Absicherung dieser möglichen Erklärung konnte jedoch nicht erfolgen. Lediglich der Trend der mittleren Frequenzen der Arten zeigt, dass auf dem länger beweideten Bereich im Norden die Beweidungszeiger tendenziell höhere mittlere Frequenzen vorhanden sind, während auf dem länger unbeweideten Teil im Süden die Nichtbeweidungszeiger tendenziell höhere mittlere Frequenzen aufweisen. Dies ließe sich dadurch erklären, dass die Beweidung auf Dauerfläche 3 (bzw. generell am Langereitboden) möglicherweise zu intensiv über eine zu lange Zeit erfolgte. Die Einstellung der Beweidung von ca. 15 Jahren (bzw. der Unterschied der Beweidungsdauer von 9 Jahren) zeigt daher eventuell noch keinen Unterschied im Hinblick auf eine komplette Verschiebung der Artengarnitur jedoch schon

Ansätze bei der Verschiebung der Dominanzverhältnisse.

Im Unterschied zu den Flächen 1 und 2, bei denen deutliche Beweidungsunterschiede aufzeigbar waren, könnte es sich bei der Vegetation von Fläche 3 auch um Gesellschaften handeln, die eine längere Zeit zur Regeneration brauchen. Die größere Meereshöhe und damit verbundene verkürzte Vegetationsperiode sind als zusätzliche Faktoren anzuführen. Eine andere Erklärung wäre eine, im Vergleich zu den Flächen 1 und 2, intensivere Beweidung der Fläche 3. Das würde bedeuten, dass die Einstellung der Beweidung seit 1990, also seit maximal 15 Jahren, noch nicht ausgereicht hat, um eine sichtbare bzw. nachweisbare Vegetationsentwicklung auszulösen.

6.3.4 Griechser Flächen

Wie schon bei Fläche 3 festgestellt, besteht bei den Griechser-Flächen 10 und 10a bei allen Analysen eine deutliche Trennung der alten Aufnahmen (aus den Jahren 1992-96) von den aktuellen Aufnahmen (2004/05) und Fläche 3 (vgl. Abb. 25, Abb. 27, Abb. 37 sowie Beilage 3). Auf beiden Untersuchungsflächen ist ein *Deschampsia cespitosae*-*Poetum alpinae* mit verschiedenen Ausbildungen zu finden. Für die Klassifizierung ist hauptsächlich das Vorkommen einer Art und weniger die Deckungswerte ausschlaggebend.

Haben sich die Griechser-Flächen seit 1996 verändert? Spielt die unterschiedliche „Nichtbeweidungsdauer“ von 9 Jahren dabei eine Rolle?

Beide Cluster-Dendrogramme (Abb. 25 und Abb. 26) zeigen, dass zu Beginn der Außernutzungstellung noch deutliche Unterschiede zwischen den Flächen 10 und 10a vorhanden sind. Diese Bewirtschaftungsunterschiede ließen sich im Hinblick auf die Bodenfaktoren vor ca. 10 Jahren nicht auf Signifikanz prüfen (vgl. STEMMER & PEER, 1996). Die damals erhobenen Daten konnten lediglich zur Charakterisierung der Standorte herangezogen werden.

So fallen die Aufnahmen 1992-94 der Fläche 10a (ab 1990 unbeweidet) sowie diejenigen aus den Jahren 1992 und 94 der Fläche 10 (bis 1998 beweidet) in eine gesonderte Gruppe. Spätestens ab dem Jahr 1995 ist hier aber keine deutliche Trennung mehr sichtbar. Die Twinspan-Analyse hingegen trennt alle Aufnahmen aus den Jahren 1992 bis 1996 der Fläche 10a von denen der Fläche 10 ab (vgl. Beilage 3). Dabei können die Ausbildung mit *Sibbaldia procumbens* einerseits (Fläche 10a) und die Ausbildung mit *Sibbaldia procumbens* und *Agrostis capillaris* andererseits (Fläche 10) unterschieden werden. Ausschlaggebend ist hier die inhomogene Artengruppe um *Agrostis capillaris* (Arten der Magerrasen, der Nacktriedrasen und der Schneeböden), die nicht auf die längere Beweidungsdauer hinweist.

Eine gemeinsame ähnliche Entwicklung beider Flächen ist besonders ab dem Jahr 2004 deutlich gegeben. Anhand der Korrespondenzanalyse aller Aufnahmen (Abb. 27) sowie der getrennten Analyse der Aufnahmen des Langereitbodens (Abb. 37) wird eine Mittelstellung der Aufnahmen aus den Jahren 2004 und 05 zwischen den Aufnahmen 1992-96 sowie denen der Fläche 3 sichtbar. Das zeigt möglicherweise eine Entwicklung der Griechser-Flächen in Richtung derjenigen Vegetation, wie sie auf Fläche 3 derzeit vorkommt.

Gemäß der Twinspan-Analyse handelt es sich bei den aktuellen Aufnahmen um eine Ausbildung mit *Kobresia myosuroides*. In beiden Fällen der alten Aufnahmen sind Schneetälchen-Arten charakteristisch, wohingegen in neueren Jahren auch verstärkt Arten der Magerrasen hinzutreten. Das bestätigt die Überleitung zu den auf Fläche 3 vorhandenen Pflanzengesellschaften. Neu hinzugekommene Schneetälchen-Arten wie *Ranunculus alpestris* und *Leucanthemopsis alpina* unterstützen den derzeitigen Übergangscharakter der Griechser-Flächen. Diese Arten wurden zwar hauptsächlich erst im Jahr 2005 nachgewiesen; das kann aber dadurch erklärt werden, dass es sich 2004 eventuell um einen zu frühen Aufnahme-Zeitpunkt gehandelt hat (Blühaspekt vgl. Tab. 5). Langfristig gesehen könnte für die Griechser-Flächen eine Sukzession Richtung Schneeboden-Krummseggenrasen (*Hygrocaricetum curvulae*) und weiters zum Typischen Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) erfolgen (vgl. Kapitel 5.2.4).

Im gesamten Untersuchungsverlauf lässt sich eine quantitative Veränderung der Flächen hinsichtlich Reduktion der Beweidungszeiger und Zunahme der Nichtbeweidungszeiger statistisch jedoch nicht nachweisen. Bei den Beweidungszeigern zeigen weder die Artenzahlen noch deren mittlere Gesamtdeckungen einen klaren zeitlichen Trend; lediglich die mittleren Deckungswerte der Nichtbeweidungszeiger weisen einen leicht ansteigenden Trend auf (vgl. Abb. 45 bis Abb. 48).

Im Gegensatz dazu sind einige Ergebnisse der χ^2 -Tests, bei denen die einzelnen Zeiträume gegenübergestellt wurden, signifikant. Auf der länger unbeweideten Fläche 10a konnten im Zeitraum seit 1996 signifikant mehr Nichtbeweidungszeiger mit Deckungszunahme verzeichnet werden, als dies im Vergleich zum Zeitraum 1992 bis 1996 der Fall war. Ein Unterschied zu Fläche 10 war jedoch nicht nachweisbar, da diese (kurzfristig unbeweidete) Fläche im selben Zeitraum einen ähnlich Trend aufwies. Anders verhielten sich die Ergebnisse der Beweidungszeiger: auf Fläche 10 waren im Zeitraum zwischen 1992 bis 1996 mehr Beweidungszeiger mit einer Deckungsabnahme nachweisbar, als dies im Vergleich zu Fläche 10a der Fall war. Dies widerspricht allerdings der Hypothese, dass sich die Beweidungszeiger stärker reduzieren, je länger die Beweidungseinstellung zurückliegt.

Eine Erklärung für die teilweise fehlenden, teilweise gegensätzlichen Ergebnisse wäre in der angewandten Methodik zu suchen: einerseits könnte es an der Auswahl der Leitarten andererseits an den Deckungsschätzungen bei den Vegetationsaufnahmen liegen. Methodisch schaffen hier Detailanalysen (z.B. mittels Frequenzrahmen) Abhilfe, da ein wesentlich größerer Datensatz in geeigneter Qualität zur Verfügung steht, was eine statistische Absicherung der Ergebnisse leichter ermöglicht. Die von B. Griehser erhobenen Detailanalysen dieser Flächen (Punktfrequenzmethode bzw. Teilflächenanalyse) standen für Vergleichszwecke leider nicht zur Verfügung, was für die eindeutige, statistisch abgesicherte Beantwortung der Fragestellung essentiell gewesen wäre.

6.4 Positive Vegetationsentwicklung aufgrund natürlicher Sukzession nach Beendigung der Beweidung?

Die vorliegende Studie hat eine große „Natura 2000-Relevanz“, weil der Erfolg der gesetzten Maßnahme für die Lebensraumtypen „6170 Alpine und subalpine Kalkrasen“ bzw. „6150 Boreo-Alpines Grasland auf Silikatsubstraten“ des Anhangs I der FFH-Richtlinie überprüft werden soll. Für das Sonderschutzgebiet Piffkar bedeutet das die Einstellung der Beweidung und deren Evaluierung.

6.4.1 Bewertung im Sinne der Zielsetzungen des Sonderschutzgebietes

Zunächst muss definiert werden, was unter „Erfolg“ bzw. „positiver Entwicklung“ verstanden wird. „Sonderschutzgebiet“ bedeutet, dass jeder Eingriff in die Natur und Landschaft mit gewissen Ausnahmen untersagt ist. Daher muss eine natürliche Sukzession der Vegetation in Kauf genommen werden, auch wenn das einen Rückgang der Artenvielfalt infolge der natürlichen Sukzession bedeutet. Hohe Artenvielfalt darf nicht gleichgesetzt werden mit großer Naturnähe. Im Gegenteil, sie weist im alpinen und subalpinen Gebiet meist auf natürliche Einflüsse wie Lawinen oder auf anthropogene „Störungen“ wie Nutztierhaltung bzw. Pflege als Bergmäher hin.

Ausschlaggebend für eine natürliche Sukzession sind die jeweiligen geologischen, edaphischen, reliefspezifischen und kleinklimatischen Bedingungen, die die Hauptfaktoren für die Ausbildung der potentiell natürlichen Vegetation (PNV) darstellen. Die PNV ist dabei stets als Zielgesellschaft zu berücksichtigen, wobei eine Annäherung an die PNV somit als Erfolg bzw. positive Vegetationsentwicklung bewertet werden kann. Gleichzeitig damit einhergehen sollte ein Rückgang der Beweidungszeiger (in Anzahl und/oder Deckung) sowie eine Zunahme der Nichtbeweidungszeiger (vgl. auch Kapitel 5.5.3 und Tab. 23). Kurzzeitige Schwankungen der Vegetation in Form von Fluktuationen müssen allerdings bei der Interpretation der Daten beachtet werden. Zusammengefasst bedeutet eine **positive Entwicklung** für das Piffkar:

- Annäherung der aktuellen Vegetation an die potentiell natürliche Vegetation
- Abnahme der Beweidungszeiger (in Deckung bzw. Frequenz und/oder Anzahl)
- Zunahme der Nichtbeweidungszeiger (in Deckung bzw. Frequenz und/oder Anzahl)

Infolge der unterschiedlichen aktuellen und potentiell natürlichen Vegetation sowie den jeweiligen zu erwartenden Sukzessionsstadien müssen die Dauerflächen im Piffkar getrennt nach Zirmleite (Flächen 1 und 2) sowie Langereitboden (Fläche 3 und Griehser-Flächen) beurteilt werden.

Auf den Flächen 1 und 2 (Blaugras-Horstseggenhalde) wurde durch die Beweidung einerseits die Krautschicht niedrig gehalten, wodurch sich mehr Rosettenpflanzen ansiedeln konnten (höhere Artenvielfalt). Andererseits wurde das Aufkommen von Gehölzen (Zwergsträucher, Sträucher und Baumkeimlinge) in großem Ausmaß verhindert. Die Beweidung ermöglichte zudem das Aufkommen

zahlreicher neuer Arten, die von den Trittverletzungen (offene Bodenstellen) und den Ausscheidungen (erhöhtes Nährstoffangebot) profitierten. Kurz nach Einstellung der Beweidung stellten STEMMER & PEER (1996) bereits fest, dass die länger unbeweideten Flächen im Mittel weniger Gesamt-N sowie weniger pflanzenverfügbares K und P besitzen. Der Wegfall der organischen Düngerwirkung war nach dreijähriger Beweidungseinstellung statistisch allerdings noch nicht nachweisbar. Auf längere Sicht ist nach STEMMER & PEER (1996) durch die Streuanreicherung und den Wegfall des Beweidungsdrucks in den aufgelassenen Flächen mit einer Zunahme der Bestandesdichte (der Gräser auf Kosten der Kräuter) zu rechnen. Diese Prozesse könnten durch die abnehmende P- und K-Verfügbarkeit unterstützt werden. In den ersten Jahren nach der Beweidungseinstellung wurde festgestellt, dass es zu einer mehr oder weniger mächtigen Streuauflage in der bodennahen Schicht, einer Verdichtung der Vegetation sowie einer Strukturabnahme in den bodenfernen Bereichen kommt. Gleichzeitig wird auf diesen Flächen infolge der Beweidungseinstellung eine verstärkte Verbuschung eintreten. Außerdem wird eine größere Artenarmut erwartet, da durch eine dichtere (Zwerg-)Strauchschicht und mehr Bodenfilz der Konkurrenzdruck um das reduzierte Lichtangebot in der Krautschicht steigen wird (vgl. TAPPEINER & CERNUSCA, 1989). PALDELE (1994) hingegen kommt zu dem Schluss, dass aufgrund der fehlenden Düngung aufgelassene Almen artenreicher sind. Dies bezieht sich wahrscheinlich auf eine kurze Zeitspanne direkt nach der Auflassung. Nach MAAG et al. (2001) ist nämlich auch langfristig infolge der Zunahme der Überschattung mit einer Abnahme der floristischen Biodiversität zu rechnen, da es sich bei den zu erwartenden Klimawäldern schlussendlich um artenarme Bestände handelt.

Diese Stadien entsprechen der natürlichen Sukzession in Richtung Alpenrosenheide bzw. Latschengebüsch, die auf den Flächen 1 und 2 als mittelfristige PNV zu erwarten sind (langfristig ist mit einem Lärchen-Zirbenwald zu rechnen). Fläche 2 wird dabei zwar nicht vollständig als Nullreferenzfläche gelten können, ist aber Fläche 1 im Verbuschungsgrad prinzipiell um 9 Jahre voraus. Hier ist auch bereits ein deutlich reduziertes Vorkommen von Beweidungszeigern nachweisbar. Diese Aspekte führen dazu, die Flächen 1 und 2 auf der Zirmleite positiv hinsichtlich ihrer Vegetationsentwicklung zu bewerten.

Auf der Fläche 3 und den Griehser-Flächen hat sich infolge einer wahrscheinlich langen und intensiven Beweidung regelrecht eine Weidegesellschaft ausgebildet (*Deschampsia cespitosae-Poetum alpinae*). Als überprägte Ausgangsvegetation können einerseits auf den Kuppen gelegene Magerrasen (*Elynetum myosuroides*), andererseits in den Mulden ausgebildete Schneetälchen (*Salicetum herbaceae*) bestimmt werden. Durch die Meereshöhe von über 2200 msm ist hier nach Einstellung der Beweidung keine Verbuschung zu erwarten. Auf den Griehser-Flächen gibt es keine Anzeichen zur Wiederherstellung der Schneetälchen-Gesellschaft: viele der dafür charakteristischen Arten sind in den aktuellen Aufnahmen nicht mehr vertreten. Dies kann einerseits mit dem verstärkten Überwuchern der anderen Arten nach der Beweidungsauffassung erklärt werden, andererseits müssen hierbei wahrscheinlich noch globale Faktoren wie der Klimawandel beachtet werden. Zudem stellen Schneetälchen extrazonale Vegetationseinheiten dar (GRIEHSER & PFEIFER, 1998), die durch Änderungen der Standortparameter in die umgebenden Rasengesellschaften übergehen können (in diesem Fall Nacktriedrasen und Krummseggenrasen mit der feuchten Zwischenstufe der Chionophilen Krummseggenrasen). Auf diesen Flächen kommt es bei der Sukzessionsentwicklung nicht zu einer kompletten Änderung der Vegetationseinheiten, sondern zu einer Konkurrenzverschiebung der meisten schon vorhandenen Gräser und Krautigen.

Die auf der Fläche 3 im Vergleich zu den Griehser-Flächen verstärkt auftretenden Kuppenlagen sowie die ebeneren Bereiche müssen gesondert behandelt werden. Auf diesen Bereichen befinden sich Nacktriedrasen, die infolge der Beweidung durch Weidezeiger stark überprägt sind. Bei einer natürlichen Sukzession ist die Reduzierung dieser nährstoffliebenden Arten, also eine Rückführung zur typischen Ausbildung des *Elynetums*, zu erwarten. Weitere Entwicklungen in Richtung der umgebenden Krummseggenrasen können möglicherweise ebenfalls erfolgen; Hinweise dafür liefern zahlreiche bereits vorhandene Arten des *Caricetum curvulae*.

Da sich für die Flächen am Langereitboden aufgrund der Inhomogenität und kleinflächigen Verzahnung der Gesellschaften eine Evaluierung der Annäherung an die PNV etwas schwierig gestaltet, kann hier auch die generelle Sukzession der aktuellen Vegetation, verbunden mit einem Artenrückgang, als positive Entwicklung angenommen werden. Diese Veränderung ist hier sichtbar. Ein deutlicher Erfolg wäre ein Rückgang der Beweidungszeiger; dieser konnte jedoch bei den

Griehser-Flächen nicht nachgewiesen werden. Bei Fläche 3 fehlen dazu genaue Vergleichsdaten. Wäre das Flächendesign dieser Studie schon 1990 angewendet worden – und zwar genau im Bereich der Weidegrenze, dann würden für diese Dauerfläche sehr gute Daten für einen direkten zeitlichen Vergleich vorliegen.

6.4.2 Bewertung im Sinne des Zielsetzungen von Natura 2000

Diese für die Zielsetzung des Sonderschutzgebietes Piffkar als positiv bewerteten Entwicklungen stehen der Zielsetzung von Natura 2000 genauer gesagt der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (kurz FFH-Richtlinie) teilweise entgegen. So besteht für die Schutzgüter (Arten und Lebensräume laut Anhang I der FFH-Richtlinie) gemäß Artikel 6 Abs. 2 das sogenannte „Verschlechterungsverbot“. Für die Lebensraumtypen gilt die Erhaltung des Lebensraumes inkl. der charakteristischen Lebensgemeinschaften. Tab. 25 zeigt, die im Piffkar vorkommenden pflanzensoziologischen Einheiten bzw. Zielgesellschaften der potentiell natürlichen Vegetation und deren Zuordnung zu den Lebensraumtypen (LRT) laut Anhang I der FFH-Richtlinie. Weiters ist die Dynamik des jeweiligen LRT und die Unterscheidung zu anderen LRT beschrieben (ELLMAUER, 2005).

Im Piffkar handelt es sich aufgrund der langen (ehemaligen) Bewirtschaftung vielfach um sekundäre Lebensräume, z. B. das Seslerio-Caricetum sempervirentis unterhalb der natürlichen Waldgrenze. Bei ELLMAUER (2005) wird bei „sekundären Kalkrasen als Maßnahme zur Aufrechterhaltung der extensiven Bewirtschaftung eine einmalige Mahd entweder im Ein- oder Zwei-Jahresrhythmus bzw. extensive Beweidung entweder mit Rindern oder bei steilen Hängen mit Schafen oder Ziegen“ vorgeschlagen. Auf den Flächen 1 und 2 ergibt sich durch die Außernutzungstellung eine Entwicklung des Seslerio-Caricetum sempervirentis Richtung Alpenrosenheide bzw. Latschengebüsch und Lärchen-Zirbenwald. Die extensive Beweidung durch Schafe ist im Piffkar zwar noch gegeben, die Stückzahlen reichen für ein Aufhalten der Sukzession aber nicht aus. Diese sekundäre Sukzession ist daher im Sinne des Artikel 6 Abs. 2 der FFH-Richtlinie als Verschlechterung zu werten, da der LRT 6170 Alpine und subalpine Kalkrasen auf den Flächen 1 und 2 verloren geht. Die gesetzte Maßnahme der Nutzungsaufgabe ist im Sinne der Zielsetzungen von Natura 2000 also kein Erfolg. Andererseits wird in dieser Sukzession jeweils ein FFH-LRT durch einen nächsten ersetzt, wobei die Latschegebüsche sogar prioritäre Lebensräume darstellen.

Die zu erwartende Sukzession der Fläche 3 und der Griehser-Flächen Richtung typischer Ausbildung des Elynetums, des Hygro-Caricetum curvulae bzw. Caricetum curvulae kann auch im Sinne von Natura 2000 als positiv bewertet werden, da längerfristig die typische Artenkombination wiederhergestellt werden könnte.

Zusammenfassend kann für die Flächen, die unterhalb der natürlichen Waldgrenze liegen folgendes gesagt werden: Hier sollte der Zielsetzung des Sonderschutzgebietes Piffkar im speziellen und der Kernzonen des NPHT im allgemeinen „der Natur weitgehend sich selbst zu überlassen“ der Vorzug gegeben werden. Durch die Nutzungsaufgabe und der damit verbundenen Sukzession sollten diese sekundären Lebensräume zwischen der aktuellen und potentiellen Waldgrenze wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückgeführt werden. Die primären Gebiete der Blaugrassrasen, Zwergstrauchheiden und Latschengebüsche bleiben dem Nationalpark Hohe Tauern und somit Österreich, der alpinen biogeographischen Region und Europa oberhalb der natürlichen Waldgrenze erhalten.

Tab. 25: Die auf den Dauerflächen im Piffkar vorkommenden pflanzensoziologischen Einheiten bzw. Zielgesellschaften der potentiell natürlichen Vegetation (PNV), deren Zuordnung zu den Lebensraumtypen (LRT) laut Anhang I der FFH-Richtlinie, der Dynamik des jeweiligen LRT und die Unterscheidung zu anderen LRT (Spalte Pflanzensoziologische Einheit: < bedeutet enger gefasste, aber vollständig zum LRT zuordenbare Einheit, # mehrere Einheiten, die nur in Teilen mit dem LRT überlappen) (ELLMAUER, 2005)

Pflanzensoziologische Einheit (auf den Dauerflächen oder Zielgesellschaften PNV)	LRT laut Anhang I FFH-Richtlinie (*prioritärer LRT)	Dynamik des LRT	Unterscheidung zu anderen Lebensraumtypen
Rhododendretum hirsuti <	4060 Alpine und boreale Heiden	Zwergstrauchheiden der alpinen Stufe primäre Klimaxgesellschaften, Bestände jedoch auch auf potenziellen Waldböden, die für Almwirtschaft gerodet wurden, aufgrund geringer Bestoßung oder Auflässen der Almen Zuwachsen durch Zwergstrauchheiden bzw. allmählich Wiederbewaldung	Alpiner Lärchen- und/oder Arvenwald (9420) und Buschvegetation mit <i>Pinus mugo</i> und <i>Rhododendron ferrugineum</i> (4070): aufgrund von strukturellen Merkmalen z. B. Deckung der Zwergsträucher >50%, Deckung von Bäumen und Sträuchern <50%
Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti <	4070 *Buschvegetation mit <i>Pinus mugo</i> und <i>Rhododendron hirsutum</i>	Pioniergesellschaft (initiales Waldentwicklungsstadium auf flachgründigen, unreifen Böden) oder Waldersatzgesellschaft in natürlichen Lawinen- und Steinschlaggassen, aufgelassene Almen können auch in der Fichtenstufe allmählich mit Latschen zuwachsen	Deckung der Latsche (<i>Pinus mugo</i>) mind. 50%, Überschirmung mit Baumarten (z. B. Fichte, Lärche, Zirbe) von max. 50%
Caricetum curvulae #, Hygro-Caricetum curvulae <, Salicetum herbaceae <, Elynetum myosuroides	6150 Boreo-Alpines Grasland auf Silikatsubstraten	alpinen Sauerbodenrasen Klimaxvegetation, durch Reliefunterschiede Schneetälchen- bzw. Windkantenvegetation als Dauergesellschaften eingelagert	Abundanz von <i>Carex curvula</i> von mind. 25 %, Schneetälchen- bzw. Windkantenvegetation max. 10%
Seslerio-Caricetum sempervirentis <	6170 Alpine und subalpine Kalkrasen	kalkalpine Rasen in der alpinen Stufe Klimaxvegetation, unterhalb der Waldgrenze störungsgeprägte Dauergesellschaften, z. B. durch periodische Lawinenabgänge und Mahd waldfrei, unterbleibt die Störung kommt es zu einer oft sehr langsamen Wiederbewaldung	Kalk-Felsspalten (8210), Hochstaudenfluren (6430), subalpine Zwergstrauchgebüsche (4060), Latschengebüsche (4070): Überschirmung mit Latsche oder Zwergsträuchern von >50% Zuordnung zu 4070 bzw. 4060. Komplexe mit Kalkfelsinseln mit Anteil bis zu 50% integrieren, sonst gesamte Fläche 8210
Larici-Pinetum cembrae <	9420 Alpiner Lärchen- und/oder Arvenwald	Hochsubalpine Lärchen-Zirben- und Zirbenwälder zonale Klimaxgesellschaften, Lärchenwälder Dauergesellschaften, bei Lärchen-Zirbenwäldern früher erhebliche Flächenverluste und qualitative Veränderungen, in jüngerer Zeit Flächen konstant bzw. durch natürlichen Aufwuchs auf ehemaligen Almflächen Ausdehnung von Zirbenwäldern	kontinuierliche Übergänge der Lärchen-Zirbenwälder mit den subalpinen Fichtenwäldern und den alpinen Zwergstrauchheiden, Dominanz von Lärche und/oder Zirbe bei charakteristischem Unterwuchs, Deckung der Baumschicht mind. 30%-40%

6.5 Schlussfolgerung

Durch die Arbeit von Huttegger (2002) und dieses Projekt existiert auch ohne die Umsetzung eine Bewertung des Konzepts von Jungmeier et al. (1998). Im ersten Schritt (HUTTEGGER, 2002) wurde das Konzept hinsichtlich Objektivität, Praktikabilität, Anwendbarkeit im alpinen Gelände, Zeit- und Personalaufwand getestet und evaluiert. Dort wo im Konzept keine Details festgelegt wurden (hier ist v.a. der Bereich Datenanalyse und –interpretation zu nennen), fand durch HUTTEGGER (2002) eine Methodenentwicklung auf Basis von Literatur und nach Ermessen der Autorin statt. Probleme in der Planungsphase und bei der Geländearbeit wurden erkannt, nicht oder wenig praktikable Methoden ausgeschlossen sowie Vorschläge zur Optimierung des methodischen Ansatzes gemacht. Im zweiten Schritt wurden basierend auf diesen Verbesserungsvorschlägen, den Erfahrungen der Autorinnen und auf Vergleichsliteratur in diesem Projekt die Methoden weiterentwickelt, verfeinert und standardisiert. Besondere Schwerpunkte sind hier das Flächendesign, die Verortung sowie die Datenauswertung und –interpretation.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass das ursprüngliche Monitoringkonzept von JUNGMEIER et al. (1998) bisher in zwei Stufen evaluiert und verfeinert wurde. Diese dienten jeweils der Optimierung des geplanten Monitoring-Projekts im Nationalpark Hohe Tauern. Sollte der Nationalpark Hohe Tauern ein vegetationsökologisches Dauerbeobachtungsprogramm durchführen, muss unbedingt auf die Erkenntnisse dieser zwei Arbeiten zurückgegriffen werden.

6.5.1 Ausblick

Für das Jahr 2008 ist die Markierung unserer Dauerflächen in Zusammenarbeit mit der Salzburger Nationalparkverwaltung geplant. Die **Dauermarkierung** soll mit **Magneten** erfolgen (benötigt werden 23 Stück), die mit Hilfe des Metall- bzw. Magnetsuchgerätes der Salzburger Nationalparkverwaltung aufgefunden werden können. Durch diese zusätzliche Verortung, können die Dauerflächen auch langfristig wieder gefunden werden.

Im Jahr 2004 sind am 7. August frische Kuhfladen auf der Fläche 1 gefunden worden, auch die Vegetation war zum Teil abgefressen. Eine Woche zuvor (Einmessen der Fläche 1 am 31.07.) waren diese noch nicht vorhanden, auch die Zäune in Richtung Gasthaus Piffkar waren intakt. Es erfolgte sofort eine Meldung an die Salzburger Nationalparkverwaltung. Um die Beweidungseinstellung sicherzustellen (Schafe ausgenommen) sollen die **Zäune** an der südwestlichen Grenze des Sonderschutzgebietes Piffkar (Bereich vom Gasthaus Piffkar Richtung SSO) von der Salzburger Nationalparkverwaltung **jährlich** (am besten noch vor dem Auftrieb) **kontrolliert** werden.



Abb. 49: Kuhfladen innerhalb der Fläche 1 (EP 1.4.) am 07.08.2004 (orig.)



Abb. 50: Kuhfladen außerhalb der Fläche 1 am 07.08.2004 (orig.)

Laut TRAXLER (1997) können bei zu langen Zeitintervallen wichtige Arten verschwunden sein, bevor eine Veränderung festgestellt wird. Die **nächste Bearbeitung** der jetzt neu installierten Flächen sowie der zwei Griebser-Flächen sollte daher spätestens im Jahr **2010** (Erhebungsabstand von 5 Jahren) erfolgen, um die weitere Entwicklung der Flächen zu dokumentieren. So könnte beispielsweise der Nationalpark Hohe Tauern ein derartiges Projekt in Auftrag geben, auch eine Förderung durch den Glockner-Öko-Fonds könnte wieder erfolgen. Falls der Nationalpark Hohe Tauern ein vegetationsökologisches Dauerbeobachtungsprojekt plant, sollten diese bestehenden Flächen auf jeden Fall integriert werden.

Folgende inhaltliche Aspekte sollten bei der nächsten Erhebung untersucht, (statistisch abgesichert) ausgewertet und interpretiert werden:

- Fläche 1: wie verläuft die Sukzession? → Richtung Alpenrosenheide bzw. Latschengebüsch (Sollzustand = Zielgesellschaft gemäß PNV), Rückgang der Beweidungszeiger und der Artenzahl, Zunahme der Gehölze, Entwicklung und Geschwindigkeit im Vergleich zur Fläche 2
- Fläche 2: wie verläuft die Sukzession? → Richtung Alpenrosenheide bzw. Latschengebüsch, weiterer Rückgang der Beweidungszeiger und der Artenzahl, Zunahme der Gehölze, Entwicklung und Geschwindigkeit im Vergleich zur Fläche 2
- Fläche 3: gibt es eine Sukzession, wie verläuft die Sukzession (getrennte Betrachtung der Mulden und Kuppenlagen)? → Richtung typischer Nacktriedrasen, (chionophiler) Krummseggenrasen, Rückgang der Beweidungszeiger und der Artenzahl
- Griebser-Flächen: gibt es eine Sukzession, wie verläuft die Sukzession? → Richtung (chionophiler) Krummseggenrasen, Rückgang der Beweidungszeiger und der Artenzahl

Folgende methodische Aspekte sind bei der nächsten Erhebung zu beachten:

- Verwendung der Methodik dieses Projekts z. B. Flächendesign, Stahldrahtseilkonstruktion, Auswerte- und Interpretationsmethoden (bitte Kontakt zu den AutorInnen herstellen)
- Verwendung der Rohdaten dieses Projekts inkl. Fortführung der projektspezifischen TurboVeg Datenbank (bitte Kontakt zu den AutorInnen herstellen)
- Einführung von weiteren Standardisierungen: z. B. Blühaspekt (vgl. Kapitel 6.1)
- Besondere Betrachtung der für die Dauerflächen jetzt definierten Leitarten bei den Erhebungen und Auswertungen sowie hinsichtlich ihrer Güteklasse (Eignung als Leitarten), Arten der Zielgesellschaften gemäß PNV auch einbeziehen
- Bei den gewählten Methoden zur Auswertung von Veränderungen auf Basis signifikanter Ergebnisse muss überprüft werden, inwiefern diese sich langfristig als geeignet erweisen.
- Einsatz von fachlich qualifizierten und erfahrenen BearbeiterInnen, Durchführen einer intensiven Einschulungsphase: (Arbeitsablauf, Methodik, Bearbeitung der Dauerflächen, Handhabung des Flächendesigns, Abgleich der Pfadenhauer-Skala und der Artenkenntnisse), bei Geländeerhebungen Zeit lassen → die Ergebnisse sind nur so gut wie die Daten!

Langfristig sollte auch der Aspekt Klimawandel bei Fragestellung und Interpretation beachtet werden.

7 Literaturverzeichnis

- AUSTIN, M.P., 1977: Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. – *Vegetatio* 35 (3): 165-175.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R., 1996: *Ecology: individuals, populations and communities*. 3. Aufl. – Verl. Blackwell Science, Oxford. 1068 pp.
- BÖHMER, H. J., 1999: *Vegetationsdynamik im Hochgebirge unter dem Einfluss natürlicher Störungen*. – *Dissertationes Botanicae* 311: 180 pp.
- BERNROIDER, G., 1998: *Statistik in der Ökologie*. – Skriptum zur Vorlesung 1998, Universität Salzburg, unveröffentlicht.
- CERNUSCA, A. & SEEBER, M.C., 1989: Mesoklimatische Hinweise und Beschreibung von Witterungsablauf und Phänologie während der Ökosystemstudie „Höhentranssekt“ in den Hohen Tauern. – In: CERNUSCA, A. (Hrsg.): *Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern*. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 13: 311-330.
- DIERSCHKE, H., 1994: *Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden*. – Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 683 pp.
- DIPPON, J., HAUSER, N. & WINTER, S., 2005: *Statistische Analyse hochdimensionaler biologischer Daten*, Vorlesung SS 2005. – <http://www.isa.uni-stuttgart.de/lehre/SAHBD/09-Cluster.pdf> (07.02.2007)
- ELLMAUER, T. & MUCINA, L., 1993: *Molinio-Arrhenatheretea*. – In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T., 1993: *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil I, Anthropogene Vegetation*. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.297–401.
- 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. Wien. 616 pp.
- ELZINGA, C. L., SALZER, D. W., WILLOUGHBY, J. W. & GIBBS, J. P., 2001: *Monitoring plant and animal populations*. – Verl. Blackwell Science, Malden. 359 pp.
- ENGLISCH, T. (1993): *Salicetea herbaceae*. – In: GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Hrsg.): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürlich waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.382–401.
- FISCHER, M.A., ADLER, W. & OSWALD, K., 2005: *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. 2. Aufl. der „Exkursionsflora von Österreich“ (1994). – Biologiezentrum der OÖ. Landesmuseen, Linz. 1380 pp.
- GLAVAC, V., 1996: *Vegetationsökologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden*. – Gustav Fischer Verlag, Jena. 358 pp.
- GRABHERR, G., 1993a: *Caricetea curvulae*. – In: GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Hrsg.): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürlich waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.343–372.
- GRABHERR, G., 1993b: *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*. – In: GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Hrsg.): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürlich waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.373–381.
- GRABHERR, G., GREIMLER, J. & MUCINA, L., 1993: *Seslerietea albicantis*. – In: GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Hrsg.): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürlich waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.402–446.
- GRIEHSER, B. & PFEIFER, K., 1998: *Botanische Dauerbeobachtungen im Sonderschutzgebiet Piffkar (Glockner-Gruppe) – Vegetationsökologisches Monitoring 1992-1996. Endbericht*.
- HAKES, W., 1996: *Multivariate Ordinationsmethoden zur Analyse von Veränderungen in der Vegetationsstruktur - Grundlagen und Beispiele aus Sukzessionsforschung und Monitoring*. – *Naturschutz & Landschaftsplanung* 28 (1): 12-19.

- HENNEKENS, S., 1998-2000: Turboveg for Windows 1.99b. International single user version.
- HUTTEGGER, K., 2002: Langzeitmonitoring im Nationalpark Hohe Tauern: Evaluierung und Optimierung des methodischen Ansatzes am Beispiel einer Fallstudie (Hüttschlag). – Diplomarbeit, Naturwissenschaftliche Fakultät, Univ. Salzburg. 140 pp.
- HÜTTMEIR, U., (1997-1999): Zoologische Dauerbeobachtung im Sonderschutzgebiet Pifflkar. Teil: Murmeltiere. unveröffentlicht.
- ILLICH, I., 1993: Heuschreckengemeinschaften (Orthoptera: Saltatoria) in alpinen und subalpinen Habitaten der Hohen Tauern: Quantitative Bestandsaufnahmen im Nationalpark-Sonderschutzgebiet Pifflkar (Salzburg, Austria). – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 1: 84-97.
- JUNGMEIER, M., HAUSHERR, H. & EGGER, G., 1998: 2100 Langzeitmonitoring Nationalpark Hohe Tauern, Konzept für ein vegetationsökologisches Dauerbeobachtungsprogramm im Nationalpark Hohe Tauern. – Institut für angewandte Ökologie, Klagenfurt. 140 pp.
- KARRER, G., 2003: Multivariate Vegetationsanalysen. – Skriptum zur Übung 2003, Universität Salzburg, unveröffentlicht.
- KENT, M. & COKER, P., 1992: Vegetation description and analysis, a practical approach. – Belhaven Press and CRC Press, London and Boca Raton. 363 pp.
- KIRCHMEIR, H. & JUNGMEIER M., 1999: Die Laubwaldrelikte im Gößgraben (Nationalpark Hohe Tauern). – Studie im Auftrag der Nationalparkverwaltung Hohe Tauern Kärnten. E.C.O Institut für Ökologie. Klagenfurt. 109 pp.
- LANDESGESETZBLATT, 1988: Nr. 107 Pifflkar - Sonderschutzgebietsverordnung. 01.01.1989. <http://www.ris.bka.gv.at/> (19.10.2006)
- LANDWIRTSCHAFTLICHE FACHSCHULE BRUCK, 2006: Das Pifflgut – Geschichte, landwirtschaftlicher Betrieb, Alm. <http://www.lfs-bruck.at/Pifflgut/pifflframe.htm> (16.10.2006).
- MAAG, S., NÖSBERGER, J. & LÜSCHER, A., 2001: Mögliche Folgen einer Bewirtschaftungsaufgabe von Wiesen und Weiden im Berggebiet. – Ergebnisse des Komponentenberichts D, Polyprojekt Primalp, ETH Zürich. 58 pp.
- MAAS, D., 1997: Monitoring of environmental change by means of vegetation analysis. – In: PAAR, M. (Hrsg.): Monitoring for nature conservation. Umweltbundesamt (Federal Environment Agency), Wien. p. 9–22.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J., 1999: Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- NEUMAYER, J., 1999: Ökologie alpiner Hummelgemeinschaften. Blütenbesuch, Ressourcenaufteilung und Energiehaushalt. – Dissertation Universität Salzburg. 283 +73 pp.
- OBERDORFER, E., 1974/76: *Seslerietea varia*. – In: OBERDORFER, E. (Hrsg.), 1993: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II. 3. Auflage, Gustav Fischer Verl., Stuttgart, New York. p.194–203.
- OBERDORFER, E., 2001: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 8. Auflage, Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 1051pp.
- PALDELE, B., 1994: Die aufgelassenen Almen Tirols. – Innsbrucker Geographische Studien, Bd. 23, Selbstverl. des Inst. für Geographie der Univ. Innsbruck. p. 101-133.
- PALZENBERGER, M., 1998: Statistik in der Ökologie. – Skriptum zur Übung 1998, Univ. Salzburg, unveröffentlicht.
- PEER, T., 1993: Die Bodenformen im Sonderschutzgebiet Pifflkar. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 1: 34-42.
- SCHÜTZ, M., WILDI, O., KRÜSI, B.O., ACHERMANN, G. & GRÄMIGER, H., 1998: Sukzession über 585 Jahre - Modell für die subalpinen Weiden im Schweizerischen Nationalpark. – Informationsblatt des Forschungsbereiches Landschaftsökologie 40, WSL, Birmensdorf.
- SEIBERT, P. 1985: *Erico-Pinetea*. – In: Oberdorfer, E. (Hrsg.), 1992: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV, Textband und Tabellenband. 2. Auflage, Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.42–52 (Textband) und p.54–86 (Tabellenband).
- SLOTTA-BACHMAYR, L., RINGL, C. & WINDING, N., 1998: Faunistischer Überblick und Gemeinschaftsstruktur von Kleinsäugetern in der Subalpin- und Alpinstufe im Sonderschutzgebiet Pifflkar, Nationalpark Hohe Tauern. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 4: 185-206.

- SPATZ, G., WEIS, B. & DOLAR, D.M., 1978: Der Einfluss von Bewirtschaftungsänderungen auf die Vegetation von Almen im Gasteiner Tal. – In: CERNUSCA, A. (Hrsg.): Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 2: 163-180.
- SPELLENBERG, I. F., 1991: Monitoring ecological change. – Cambridge University Press, Cambridge. 334 pp.
- STEMMER, M. & PEER, T., 1993: Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt beweideter und unbeweideter Almen im Sonderschutzgebiet Piffkar (Nationalpark Hohe Tauern). – Institut für Botanik der Universität Salzburg. Unveröff. Forschungsbericht im Auftrag der Salzburger Nationalparkverwaltung, Salzburg. 70 pp.
- STEMMER, M. & PEER, T., 1996: Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt beweideter und nicht mehr beweideter Almfläche im SSG Piffkar (Nationalpark Hohe Tauern). – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 2: 7-17.
- STÜBER, E. & WINDING, N., 1996: Erlebnis Nationalpark Hohe Tauern: Band Kärnten, 2. Aufl. – Nationalparkverwaltung Hohe Tauern Kärnten, Großkirchheim. 292 pp.
- TAPPEINER, U. & CERNUSCA, A., 1989: Veränderung der Bestandesstruktur und der Lichtausnützung nach dem Brachfallen einer Almweide. – In: CERNUSCA, A. (Hrsg.): Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 13: 531-547.
- TRAXLER, A., 1997: Handbuch des Vegetationsökologischen Monitorings - Methoden, Praxis, angewandte Projekte, Teil A: Methoden. – Monographien, Band 89A, Umweltbundesamt, Wien. 397 pp.
- TREMP, H., 2005: Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 141 pp.
- WALLNÖFER, S., 1993a: Erico-Pinetea. – In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & WALLNÖFER, S. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.244–282.
- WALLNÖFER, S., 1993b: Vaccinio-Piceetea. – In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & WALLNÖFER, S. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York. p.283–337.
- WERNER, S., SLOTTA-BACHMAYR, L. & WINDING, N., 1999: Populationsdynamik von Vögeln in zwei Probeflächen der Subalpin- und Alpinstufe im Nationalpark Hohe Tauern (1990-1195). – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 5: 87-111.
- WIEDERMANN, R. & RIES, C., 1992–97: HITAB 5 — Datenmanagement für vegetationskundliche Aufnahmen und Tabellen. – Universität für Bodenkultur, Wien.

8.3 GPS-Aufnahmebogen

Datum:				Bearbeiter:				
ID	Fl_EP	N-Koord.	E-Koord.	Beschreibung	N	S	O	W
	1							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	2							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	3							
	31							
	32							
	33							
	34							
	35							

Datum:				Bearbeiter:				
ID	FI_EP	N-Koord.	E-Koord.	Beschreibung	N	S	O	W
	10							
	10_1							
	10_2							
	10_3							
	10_4							
	10a							
	10a_1							
	10a_2							
	10a_3							
	10a_4							

8.4 GPS-Koordinaten der Dauerflächen

Fl_EP	Hochwert (Nord)	Rechtswert (Ost)	Seehöhe (msm)	Genauigkeit (m)
1				
11	411612	222421	1985	8
12	411632	222425	1984	7
13	411631	222403	1980	16
14	411612	222403	1999	7
15	411618	222419	1996	7
2				
21	411688	222465	2090	6
22	411696	222454	2095	6
23	411707	222421	2097	6
24	411689	222460	2090	6
25	411703	222461	2094	6
3				
31	412101	221839	2175	5
32	412127	221836	2189	9
33	412097	221805	2192	5
34	412092	221828	2161	12
35	412102	221823	2197	5
10				
10_1	412060	221814	2226	5
10_2	412063	221813	2227	5
10_3	412065	221812	2229	5
10_4	412061	221812	2230	5
10a				
10a_1	412106	221807	2219	6
10a_2	412109	221813	2221	6
10a_3	412108	221810	2223	8
10a_4	412104	221810	2225	6

8.5 Karte Piffkar Übersicht

8.6 Gesamtartenliste

Abkürzung (Turboveg)	Artnamen Turboveg	Artnamen nach FISCHER et al. (2005)	dt. Artnamen nach FISCHER et al. (2005)	V F F1 F1	V F F2 F2	V F F3 F3	V V 10 10a
ACHIATR	<i>Achillea atrata</i>	<i>Achillea atrata</i>	Schwarzrand-Schafgarbe	. x	. .	. .	x x
ACHICLA	<i>Achillea clavennae</i>	<i>Achillea clavennae</i>	Steinraute, Weißer Speik	x x	x x	. .	. .
ACHI#MI	<i>Achillea millefolium</i> agg.	<i>Achillea millefolium</i> agg.	Echte Schafgarbe (Artengruppe)	. x	. .	. .	. .
ACHI-SP	<i>Achillea</i> sp.	<i>Achillea</i> sp.	Schafgarbe	. .	. .	. x	. .
ACON#NA	<i>Aconitum napellus</i> agg.	<i>Aconitum napellus</i> agg.	Echter Eisenhut (Artengruppe)	x .	. .	x .	. .
AGR TALP	<i>Agrostis alpina</i>	<i>Agrostis alpina</i>	Alpen-Straußgras	x x	x x	x x	x x
AGR TCAP	<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Agrostis capillaris</i>	Rot-Straußgras	. .	. .	. .	x .
AGR TRUP	<i>Agrostis rupestris</i>	<i>Agrostis rupestris</i> (ssp. <i>rupestris</i>)	Felsen-Straußgras	. .	. .	. .	x .
ALCH#FI	<i>Alchemilla fissa</i> agg.	<i>Alchemilla fissa</i>	Schlitzblatt-Frauenmantel	. x	. .	. .	. .
ALCH-SP	<i>Alchemilla</i> sp.	<i>Alchemilla</i> sp.	Frauenmantel	x x	x .	x x	x x
ANDSOBT	<i>Androsace obtusifolia</i>	<i>Androsace obtusifolia</i>	Stumpfbblatt-Mannsschild	. .	. .	x x	x x
ANTEDIO	<i>Antennaria dioica</i>	<i>Antennaria dioica</i>	Gewöhnlich-Katzenpfötchen	. .	. .	. .	. x
ANTXALP	<i>Anthoxanthum alpinum</i>	<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Alpen-Ruchgras	x x	x .	x x	x x
ANTYVUL	<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Echt-Wundklee	x x	x x	x .	. .
ARAICAE	<i>Arabis caerulea</i>	<i>Arabis caerulea</i>	Blau-Gänsekresse	. .	. .	. .	. x
ARCSUVA	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Arznei-Bärentraube	. x	. .	. .	. .
ARENBIF	<i>Arenaria biflora</i>	<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	. .	. .	. .	x x
ASPLVIR	<i>Asplenium viride</i>	<i>Asplenium viride</i>	Grün-Streifenfarn	. .	x x	. .	. .
ASTEALP	<i>Aster alpinus</i>	<i>Aster alpinus</i>	Alpen-Aster	. .	. x	. .	. .
ASTEBEL	<i>Aster bellidiastrum</i>	<i>Bellidiastrum michelii</i>	Alpenmaßlieb	x x	x x	x x	x .
AVEUVER	<i>Avenula versicolor</i>	<i>Avenula versicolor</i> (ssp. <i>versicolor</i>)	Bunthafer	x x	. .	x x	. x
BARSALP	<i>Bartsia alpina</i>	<i>Bartsia alpina</i>	Gewöhnlich-Alpenhelm	x x	x x	x x	x x
BISCLAE	<i>Biscutella laevigata</i>	<i>Biscutella laevigata</i>	Glatt-Brillenschötchen	x x	x x	. x	. .
BOTRLUN	<i>Botrychium lunaria</i>	<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn	x x	. .	x x	x x
CALTCOR	<i>Callianthemum coriandrifolium</i>	<i>Callianthemum coriandrifolium</i>	Koriander-Schmuckblümchen	x x	. .	x x	. x
CAMP SCH	<i>Campanula scheuchzeri</i>	<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer-Glockenblume	x x	x x	x x	x x
CARDALP	<i>Cardamine alpina</i>	<i>Cardamine alpina</i>	Alpen-Schaumkraut	. .	. .	. .	x .
CARDPAR	<i>Cardamine parviflora</i>	<i>Cardamine parviflora</i>	Kleinblüten-Schaumkraut	. .	. .	. .	x x
CARUDEF	<i>Carduus defloratus</i>	<i>Carduus defloratus</i>	Alpen-Ringdistel	x x	x x	. .	. .
CAREATR	<i>Carex atrata</i>	<i>Carex atrata</i>	Trauer-Segge	x .	. .	x x	x x
CARECAP	<i>Carex capillaris</i>	<i>Carex capillaris</i>	Haarstiel-Segge	. x	. .	. x	. .
CAREC-C	<i>Carex curvula</i> ssp. <i>curvula</i>	<i>Carex curvula</i> ssp. <i>curvula</i>	Silikat-Krumm-Segge	. .	. .	x x	. x
CAREERI	<i>Carex ericetorum</i>	<i>Carex ericetorum</i>	Heide-Segge	x x	. .	. .	. .
CAREFER	<i>Carex ferruginea</i>	<i>Carex ferruginea</i>	Rost-Segge	x x	x x	. .	. .

CAREFIR	<i>Carex firma</i>	<i>Carex firma</i>	Polster-Segge	.	.	X	X	.	X	.	.
CAREORI	<i>Carex ornithopodoides</i>	<i>Carex ornithopodoides</i>	Alpen-Vogelfuß-Segge	X	X	X	X	.	X	.	.
CAREPAR	<i>Carex parviflora</i>	<i>Carex parviflora</i>	Kleinblüten-Segge	.	.	.	.	.	.	X	X
CAREPIU	<i>Carex pilulifera</i>	<i>Carex pilulifera</i>	Pillen-Segge	.	.	.	.	.	X	.	.
CARESEM	<i>Carex sempervirens</i>	<i>Carex sempervirens</i>	Horst-Segge	X	X	X	X	X	X	X	.
CARLACA	<i>Carlina acaulis</i>	<i>Carlina acaulis</i>	Groß-Eberwurz, Silberdistel	X	X	X	X	.	.	.	.
CERAALP	<i>Cerastium alpinum s.str.</i>	<i>Cerastium alpinum s.str.</i>	Eigentliches Alpen-Hornkraut	X	.	X	.	X	X	.	.
CIRSSPI	<i>Cirsium spinosissimum</i>	<i>Cirsium spinosissimum</i>	Alpen-Kratzdistel	.	.	.	.	X	.	.	.
COEOVIR	<i>Coeloglossum viride</i>	<i>Coeloglossum viride</i>	Hohlzunge	.	X	.	.	X	.	.	.
CREPAUR	<i>Crepis aurea</i>	<i>Crepis aurea</i>	Gold-Pippau	X	X	X	X	X	X	X	X
DESCCES	<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Horst-Rasenschmiele	X	X	.	.	X	X	X	X
DRABAIZ	<i>Draba aizoides</i>	<i>Draba aizoides (s.str.)</i>	Immergrün-Felsenblümchen	.	.	.	.	.	.	X	X
DRAB-SP	<i>Draba sp.</i>	<i>Draba sp.</i>	Felsenblümchen	.	.	.	.	X	X	.	X
DRYAOCT	<i>Dryas octopetala</i>	<i>Dryas octopetala</i>	Silberwurz	X	X	X	X	X	X	.	.
ERIGUNI	<i>Erigeron uniflorus</i>	<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	X	.	.	.	X	X	X	X
EUPRMIN	<i>Euphrasia minima</i>	<i>Euphrasia minima s.str.</i>	Zwerg-Augentrost	X	X	X	X	X	X	X	X
FESTNIG	<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Festuca nigrescens</i>	Horst-Rot-Schwingel	.	.	.	X	X	X	X	X
FESTPUL	<i>Festuca pulchella</i>	<i>Festuca pulchella</i>	Zier-Schwingel	X	.	.	.	.	.	.	.
FESTPUM	<i>Festuca pumila</i>	<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	X	X	X	X	X	.	X	X
FEST-SP	<i>Festuca sp.</i>	<i>Festuca sp.</i>	Schwingel	.	X	.	X	.	.	.	.
GALUANI	<i>Galium anisophyllum</i>	<i>Galium anisophyllum</i>	Alpen-Labkraut	X	X	X	X	X	X	.	X
GENTACA	<i>Gentiana acaulis</i>	<i>Gentiana acaulis</i>	Silikat-Glocken-Enzian	.	X	X	X	X	X	.	.
GENTASC	<i>Gentiana asclepiadea</i>	<i>Gentiana asclepiadea</i>	Schwalbenwurz-Enzian	X	X	X	X	.	.	.	.
GENTBAV	<i>Gentiana bavarica</i>	<i>Gentiana bavarica (s.str.)</i>	Bayern-Enzian	.	.	.	.	X	X	X	X
GENTCLU	<i>Gentiana clusii</i>	<i>Gentiana clusii (ssp. clusii)</i>	Kalk-Glocken-Enzian	X	X	X	X	X	.	.	.
GENTNIV	<i>Gentiana nivalis</i>	<i>Gentiana nivalis</i>	Schnee-Enzian	.	.	.	.	.	.	X	X
GENT-SP	<i>Gentiana sp.</i>	<i>Gentiana sp.</i>	Enzian	.	X	.	.	.	.	.	.
GENTVER	<i>Gentiana verna</i>	<i>Gentiana verna (s.str.)</i>	Frühlings-Enzian	X	X	.	X	X	X	X	X
GENAGER	<i>Gentianella germanica</i>	<i>Gentianella rhaetica</i>	Rätisch-Kranzenzian	.	.	.	.	.	.	X	.
GEUMMON	<i>Geum montanum</i>	<i>Geum montanum</i>	Berg-Nelkenwurz	.	.	.	.	X	X	X	X
GNAPSUP	<i>Gnaphalium supinum</i>	<i>Gnaphalium supinum</i>	Zwerg-Ruhrkraut	.	.	.	.	.	.	X	X
GYPSPREP	<i>Gypsophila repens</i>	<i>Gypsophila repens</i>	Kriech-Gipskraut	X	X	X	X	.	.	.	.
HEDYHED	<i>Hedysarum hedysaroides</i>	<i>Hedysarum hedysaroides</i>	Alpen-Süßklee	.	.	X	X	.	.	.	.
HELIALP	<i>Helianthemum alpestre</i>	<i>Helianthemum alpestre (s.str.)</i>	Alpen-Sonnenröschen	X	X	X	X	X	X	.	.
HELIGRA	<i>Helianthemum grandiflorum s.lat.</i>	<i>Helianthemum grandiflorum s.lat.</i>	Großblütiges Gewöhnlich-Sonnenröschen	X	X	X	X	X	X	.	.
HIERMUR	<i>Hieracium murorum</i>	<i>Hieracium murorum</i>	Wald-Habichtskraut	X	.	.	.	.	.	.	.
HOMOALP	<i>Homogyne alpina</i>	<i>Homogyne alpina</i>	Alpen-Brandlattich	X	X	X	X	X	X	.	.
HYPEMAC	<i>Hypericum maculatum</i>	<i>Hypericum maculatum (s.str.)</i>	Flecken-Johanniskraut	X	.	.	.	.	.	.	.
JUNCJAC	<i>Juncus jacquinii</i>	<i>Juncus jacquinii</i>	Jacquin-Simse	.	X	.	.	X	X	X	X
JUNIC-A	<i>Juniperus communis ssp. alpina</i>	<i>Juniperus communis ssp. nana</i>	Zwerg-Wacholder	X	X	X	.	.	.	.	.

KOBRMYO	<i>Kobresia myosuroides</i>	<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktrieb	.	.	.	.	X	X	X	X
LARIDEC	<i>Larix decidua</i>	<i>Larix decidua</i> (ssp. <i>decidua</i>)	Europa-Lärche	.	.	X	.	.	.	.	.
LEONHEL	<i>Leontodon helveticus</i>	<i>Scorzoneroides helvetica</i>	Schweiz-Schuppenleuzenzahn	.	.	.	.	X	X	X	X
LEONHIS	<i>Leontodon hispidus</i>	<i>Leontodon hispidus</i>	Wiesen- und Felsschutt-Leuzenzahn	X	X	X	X	X	X	X	X
LEUAALP	<i>Leucanthemopsis alpina</i>	<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Alpenmargerite	.	.	.	.	X	.	X	.
LIGSMUT	<i>Ligusticum mutellina</i>	<i>Mutellina adonidifolia</i>	Alpen-Mutterwurz	X	.	X	X	X	X	X	X
LIGSMUE	<i>Ligusticum mutellinoides</i>	<i>Pachypleurum simplex</i>	Einfach-Zwergmutterwurz	X	X	X	X	X	X	X	X
LIGS-SP	<i>Ligusticum</i> sp.			.	X	X	X	.	X	.	.
LOISPRO	<i>Loiseleuria procumbens</i>	<i>Loiseleuria procumbens</i>	Gamsheide	.	.	.	.	X	.	.	.
LOTUCOR	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Lotus corniculatus</i> (s.str.)	Wiesen-Hornklee	X	X	X	X	.	X	.	.
LUZUGLA	<i>Luzula glabrata</i>	<i>Luzula glabrata</i>	Kahl-Hainsimse	X	X	X	X	X	X	X	X
MINU-SP	<i>Minuartia</i> sp.	<i>Minuartia</i> sp.	Miere	.	.	.	X	.	.	.	.
MYOSALP	<i>Myosotis alpestris</i>	<i>Myosotis alpestris</i>	Alpen-Vergissmeinnicht	X	X	.	.	X	X	X	X
MYOS-SP	<i>Myosotis</i> sp.	<i>Myosotis</i> sp.	Vergissmeinnicht	.	.	.	.	X	.	.	X
NIGRRHE	<i>Nigritella rhellicani</i>	<i>Nigritella rhellicani</i>	Gewöhnlich-Kohlröschen	X	X	.	.	.	X	.	.
OXYTC-C	<i>Oxytropis campestris</i> ssp. <i>campestris</i>	<i>Oxytropis campestris</i>	Alpen-Spitzkiel	X	X	X	X	.	.	.	.
PARCPAL	<i>Parnassia palustris</i>	<i>Parnassia palustris</i>	Herzblatt	.	X	.	.	.	.	.	.
PEDIROT	<i>Pedicularis rostratocapitata</i>	<i>Pedicularis rostratocapitata</i> (ssp. <i>rostratocapitata</i>)	Kopf-Läusekraut	X	X	X	X	.	X	.	.
PERSVIV	<i>Persicaria vivipara</i>	<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	X	X	X	X	X	X	X	X
PHLERHA	<i>Phleum rhaeticum</i>	<i>Phleum rhaeticum</i>	Wimpergrannen-Alpen-Lieschgras	X	.	.	.	X	X	X	X
PHYEHM	<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Grasblatt-Teufelskralle	.	.	.	.	.	X	.	.
PHYEORB	<i>Phyteuma orbiculare</i>	<i>Phyteuma orbiculare</i>	Rundkopf-Teufelskralle	X	X	X	X	X	X	X	X
PINGALP	<i>Pinguicula alpina</i>	<i>Pinguicula alpina</i>	Alpen-Fettkraut	.	X	.	.	.	.	.	.
PINUMUG	<i>Pinus mugo</i> [StrS]	<i>Pinus mugo</i> (s.str.) [StrS]	Leg-Föhre, Latsche	X	.	.	.	.	.	.	.
PINUMUG	<i>Pinus mugo</i> [KS]	<i>Pinus mugo</i> (s.str.) [KS]	Leg-Föhre, Latsche	X	X	.	X	.	.	.	.
POA ALP	<i>Poa alpina</i>	<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	X	X	X	X	X	X	X	X
POA SUP	<i>Poa supina</i>	<i>Poa supina</i>	Läger-Rispe	.	.	.	.	.	.	X	.
POLGALP	<i>Polygala alpestris</i>	<i>Polygala alpestris</i> (ssp. <i>alpestris</i>)	Alpen-Kreuzblume	X	X	X	X	.	.	X	X
POTEAUR	<i>Potentilla aurea</i>	<i>Potentilla aurea</i>	Gold-Fingerkraut	X	X	X	.	X	X	X	X
POTEBRA	<i>Potentilla brauneana</i>	<i>Potentilla brauneana</i>	Zwerg-Fingerkraut	X	X	X	.	X	X	X	X
POTECRA	<i>Potentilla crantzii</i>	<i>Potentilla crantzii</i>	Crantz-Fingerkraut	X	X	.	.	X	X	.	X
PRIMMIN	<i>Primula minima</i>	<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	X	X	.	X	X	X	.	X
PULSALP	<i>Pulsatilla alpina</i>	<i>Pulsatilla alpina</i> s.lat.	Alpen-Küchenschelle	X	X	X	X	X	X	.	.
PULS-SP	<i>Pulsatilla</i> sp.	<i>Pulsatilla</i> sp.	Küchenschelle	.	.	.	X	.	.	.	.
RANUALP	<i>Ranunculus alpestris</i>	<i>Ranunculus alpestris</i>	Alpen-Hahnenfuß	X	X	X	X	X	X	X	X
RANUMON	<i>Ranunculus montanus</i>	<i>Ranunculus montanus</i>	Berg-Hahnenfuß	X	X	X	X	X	X	X	X
RANUTUB	<i>Ranunculus tuberosus</i>	<i>Ranunculus nemorosus</i>	Wald-Hahnenfuß	.	X	X	X	.	.	.	.
RHOEHIR	<i>Rhododendron hirsutum</i>	<i>Rhododendron hirsutum</i>	Wimper-Alpenrose	X	X	X	X	.	.	.	.
RUMEALP	<i>Rumex alpestris</i>	<i>Rumex alpestris</i>	Zwerg-Sauerampfer	.	.	.	.	X	.	.	.
SAGISAG	<i>Sagina saginoides</i>	<i>Sagina saginoides</i>	Alpen-Mastkraut	.	.	.	.	.	.	X	X

SALXBRE	<i>Salix breviserrata</i>	<i>Salix breviserrata</i>	Kurzzahn-Weide	x	x	.	x	.	.	.	.
SALXHAS	<i>Salix hastata</i>	<i>Salix hastata</i>	Spieß-Weide	.	x	.	.	.	.	.	.
SALXHER	<i>Salix herbacea</i>	<i>Salix herbacea</i>	Kraut-Weide	.	.	.	.	.	.	x	x
SALXRET	<i>Salix reticulata</i>	<i>Salix reticulata</i>	Netz-Weide	x	x	x	x	x	.	.	.
SALXREU	<i>Salix retusa</i>	<i>Salix retusa (s.str.)</i>	Stumpfblatt-Weide	x	.	x	x	x	x	.	.
SALX-SP	<i>Salix sp.</i>	<i>Salix sp.</i>	Weide	.	.	.	.	.	x	.	x
SAXIAIZ	<i>Saxifraga aizoides</i>	<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech	.	x	x	x	.	x	.	.
SAXIAND	<i>Saxifraga androsacea</i>	<i>Saxifraga androsacea</i>	Mannsschild-Steinbrech	.	.	.	.	.	.	x	x
SAXICAE	<i>Saxifraga caesia</i>	<i>Saxifraga caesia</i>	Blaugrün-Steinbrech	.	.	x	x	.	.	.	.
SAXIMOS	<i>Saxifraga moschata</i>	<i>Saxifraga moschata</i>	Moschus-Steinbrech	.	.	.	.	x	.	.	x
SAXIPAN	<i>Saxifraga paniculata</i>	<i>Saxifraga paniculata (ssp. paniculata)</i>	Rispen-Steinbrech	x	.	.	.	.	.	.	.
SCABLUC	<i>Scabiosa lucida</i>	<i>Scabiosa lucida</i>	Glanz-Skabiöse	x	x	x	x	x	.	.	.
SEDURUP	<i>Sedum rupestre</i>	<i>Sedum rupestre s.str.</i>	Gewöhnlicher Felsen-Mauerpfeffer	x	.	.	.	.	.	.	.
SELASEL	<i>Selaginella selaginoides</i>	<i>Selaginella selaginoides</i>	Alpen-Moosfarn	x	x	x	x	x	x	x	x
SEMPMON	<i>Sempervivum montanum</i>	<i>Sempervivum montanum s.str.</i>	Westliche Berg-Hauswurz	x	.	.	.	.	x	.	.
SESLALB	<i>Sesleria albicans</i>	<i>Sesleria albicans</i>	Kalk-Blaugras	x	x	x	x	x	x	x	.
SIBBPRO	<i>Sibbaldia procumbens</i>	<i>Sibbaldia procumbens</i>	Liege-Gelbling	.	.	.	.	.	.	x	x
SILEEXS	<i>Silene exscapa</i>	<i>Silene acaulis ssp. exscapa</i>	Kiesel-Stängellos-Leimkraut	x	x	x	.	x	x	x	x
SILEV-G	<i>Silene vulgaris ssp. glareosa</i>	<i>Silene vulgaris ssp. glareosa</i>	Schutt-Blasen-Leimkraut	x	x	x	x	.	.	.	.
SOLDALP	<i>Soldanella alpina</i>	<i>Soldanella alpina</i>	Alpen-Soldanelle	x	x	x	x	x	x	x	x
SOLDPUS	<i>Soldanella pusilla</i>	<i>Soldanella pusilla (ssp. alpicola)</i>	Zwerg-Soldanelle	.	.	.	.	.	.	x	x
SOLIV-M	<i>Solidago virgaurea ssp. minuta</i>	<i>Solidago virgaurea ssp. minuta</i>	Alpen-Goldrute	x	x	x	.	.	.	.	.
TARA-SP	<i>Taraxacum sp.</i>	<i>Taraxacum sp.</i>	Löwenzahn	.	.	.	.	x	.	x	x
THESALP	<i>Thesium alpinum</i>	<i>Thesium alpinum</i>	Alpen-Leinblatt	x	x	x	x	.	.	.	.
THYUP-R	<i>Thymus praecox ssp. praecox</i>	<i>Thymus praecox ssp. praecox</i>	Früher Kriech-Quendel	x	x	x	x	x	x	x	x
TOFICAL	<i>Tofieldia calyculata</i>	<i>Tofieldia calyculata</i>	Kelch-Simsenlilie	x	x	x	x	.	.	.	.
TRIFBAD	<i>Trifolium badium</i>	<i>Trifolium badium</i>	Braun-Klee	.	.	.	.	x	x	x	x
TRIFP-N	<i>Trifolium pratense ssp. nivale</i>	<i>Trifolium pratense ssp. nivale</i>	Schneeweißer Wiesen-Klee	x	x	x	.	x	x	x	x
TROLEUR	<i>Trollius europaeus</i>	<i>Trollius europaeus</i>	Trollblume	x	x	x	.	x	x	.	.
VACIGAU	<i>Vaccinium gaultherioides</i>	<i>Vaccinium gaultherioides</i>	Alpen-Nebelbeere	x	x	x	x	.	.	.	.
VACIMYR	<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Heidelbeere	x	x	.	.	.	.	.	.
VACIVIT	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Preiselbeere	x	x	x	x	.	.	.	.
VALEMON	<i>Valeriana montana</i>	<i>Valeriana montana</i>	Berg-Baldrian	x	.	.	.	.	.	.	.
VEROALP	<i>Veronica alpina</i>	<i>Veronica alpina (ssp. pumila)</i>	Alpen-Ehrenpreis	.	.	.	.	x	.	x	x
VEROAPH	<i>Veronica aphylla</i>	<i>Veronica aphylla</i>	Nackstiel-Ehrenpreis	.	.	.	.	.	x	.	.
VEROCHA	<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Veronica chamaedrys (s.str.)</i>	Gewöhnlicher Gamander-Ehrenpreis	.	x	x	.	.	.	.	.
VEROFRU	<i>Veronica fruticans</i>	<i>Veronica fruticans</i>	Felsen-Ehrenpreis	.	.	.	.	x	.	.	x
VERO-SP	<i>Veronica sp.</i>	<i>Veronica sp.</i>	Ehrenpreis	x	.	.	.	.	.	.	.
VIOLBIF	<i>Viola biflora</i>	<i>Viola biflora</i>	Zweiblüten-Veilchen	x	x	x	x	.	.	.	.

8.7 Rohdaten und sonstige Daten

Balkendiagramme „Leitarten“ der Flächen 1 & 2

Frequenzrahmen, Abb. 30 bis Abb. 32

F = Fläche, max. Anzahl Kleinquadrate pro Fläche = 104 (26 Rahmen à 4 Untereinheiten)

Gehölze [Anzahl Kleinquadrate]	F1		F2	
	2004	2005	2004	2005
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	0	1	0	0
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>alpina</i>	3	3	0	0
<i>Pinus mugo</i>	0	1	1	1
<i>Rhododendron hirsutum</i>	38	39	72	76
<i>Salix breviserrata</i>	5	8	2	1
<i>Salix hastata</i>	0	1	0	0
<i>Salix reticulata</i>	5	10	29	29
<i>Salix retusa</i>	0	0	12	19
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	0	1	3	7
<i>Vaccinium myrtillus</i>	21	2	0	0
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	13	16	1	0

Beweidungszeiger [Anzahl Kleinquadrate]	F1		F2	
	2004	2005	2004	2005
<i>Achillea millefolium</i> agg.	6	1	0	0
<i>Carlina acaulis</i>	0	4	0	1
<i>Crepis aurea</i>	43	41	7	4
<i>Deschampsia cespitosa</i>	3	4	0	0
<i>Festuca nigrescens</i>	0	0	0	5
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>alpina</i>	3	3	0	0
<i>Leontodon hispidus</i>	59	71	18	22
<i>Ligusticum mutellina</i>	0	0	6	1
<i>Poa alpina</i>	17	8	0	4
<i>Potentilla aurea</i>	22	13	0	0
<i>Ranunculus montanus</i>	45	30	20	25
<i>Ranunculus tuberosus</i>	5	1	2	0
<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	18	19	0	0

Nichtbeweidungszeiger [Anzahl Kleinquadrate]	F1		F2	
	2004	2005	2004	2005
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	0	1	0	0
<i>Biscutella laevigata</i>	19	18	13	18
<i>Botrychium lunaria</i>	5	5	0	0
<i>Callianthemum coriandrifolium</i>	6	5	0	0
<i>Carex capillaris</i>	2	3	0	0
<i>Carex firma</i>	0	0	1	0
<i>Euphrasia minima</i>	0	2	2	2
<i>Gypsophila repens</i>	6	14	5	5
<i>Luzula glabrata</i>	15	16	9	7
<i>Nigritella rhellicani</i>	1	0	0	0
<i>Pinguicula alpina</i>	3	3	0	0
<i>Potentilla brauneana</i>	5	11	0	0
<i>Potentilla crantzii</i>	13	26	0	0
<i>Ranunculus alpestris</i>	32	33	57	44
<i>Salix hastata</i>	0	1	0	0

<i>Salix reticulata</i>	5	10	29	29
<i>Salix retusa</i>	0	0	12	19
<i>Saxifraga caesia</i>	0	0	0	1
<i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>glareosa</i>	4	5	3	4

Diagramme „Entwicklung der Beweidungs- und Nichtbeweidungszeiger“

Griehser-Flächen (Vegetationsaufnahmen), Abb. 45 bis Abb. 48

Flächencharakterisierung:

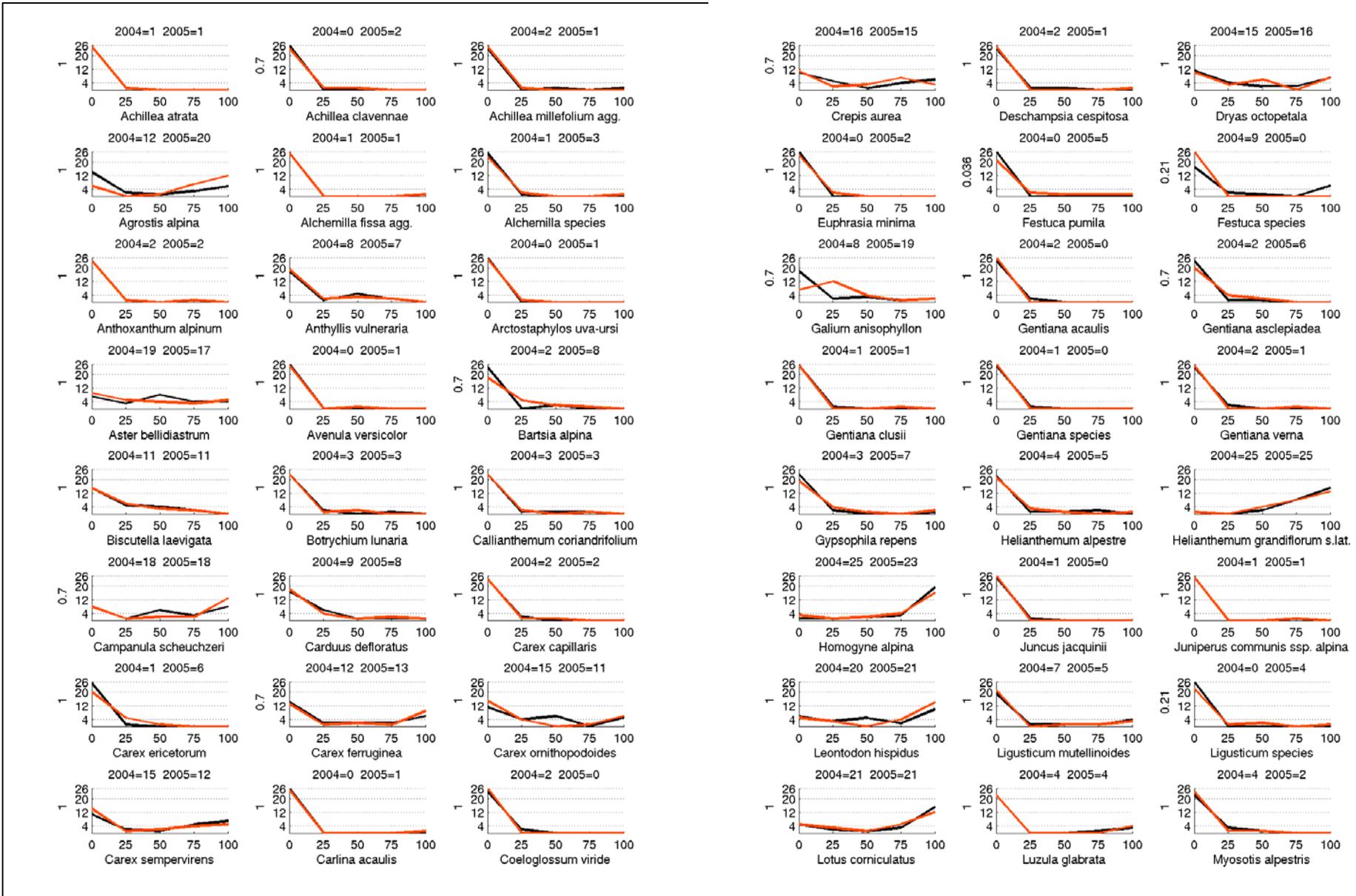
„beweidet“ = bis 1998 beweidet („kurzfristig unbeweidet“),

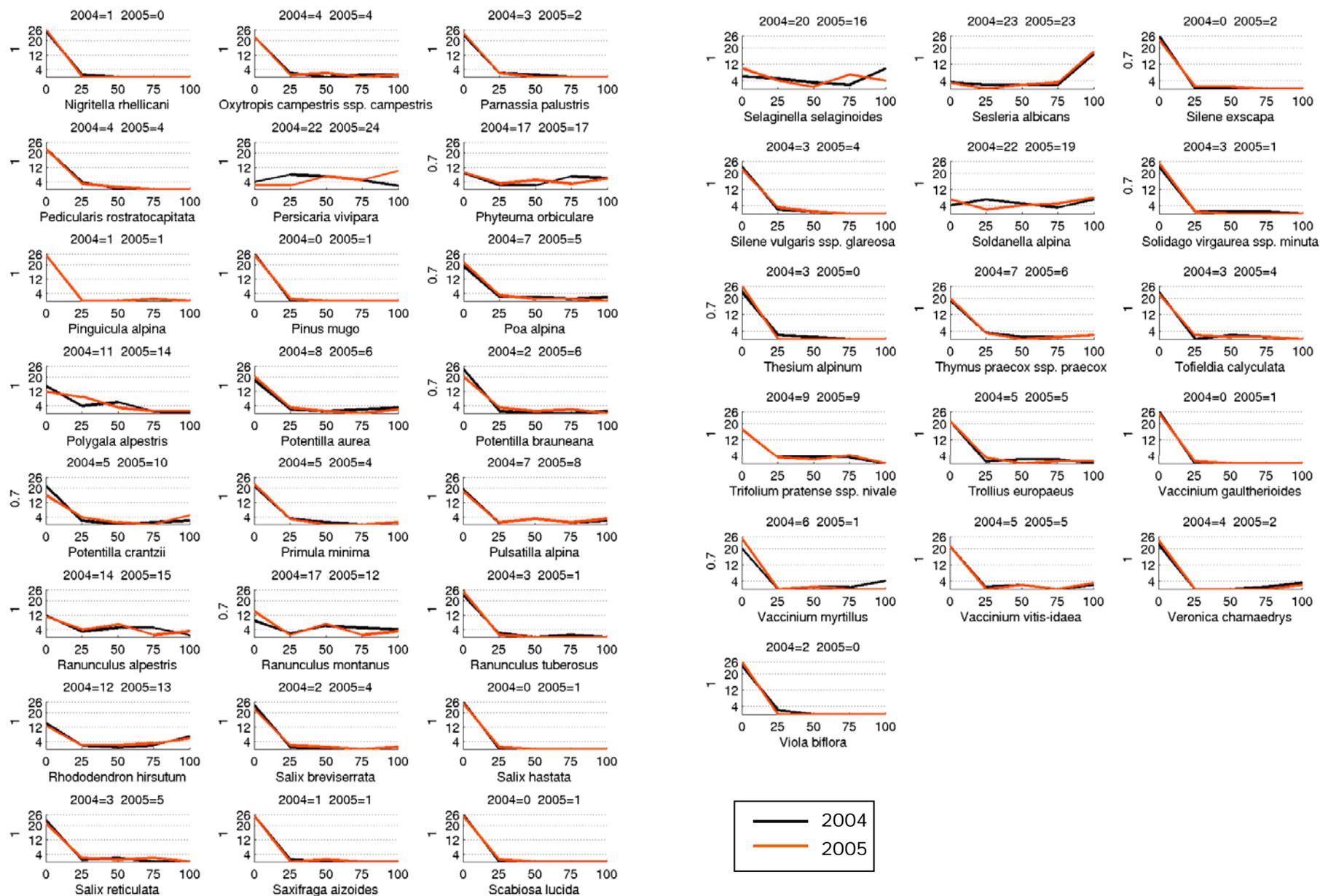
„unbeweidet“ = seit 1990 unbeweidet („langfristig unbeweidet“)

Beweidungszeiger			gesamte mittl. Deckung [%]	
	Anzahl Arten [abs.]		(beweidet)	(unbeweidet)
Jahr	10	10a		
1992	11	9	32,6	30,0
1993	12	9	35,1	27,1
1994	11	10	25,4	26,0
1995	11	9	25,4	22,7
1996	12	11	31,6	27,6
...				
2004	10	11	25,6	29,5
2005	12	12	30,0	30,1

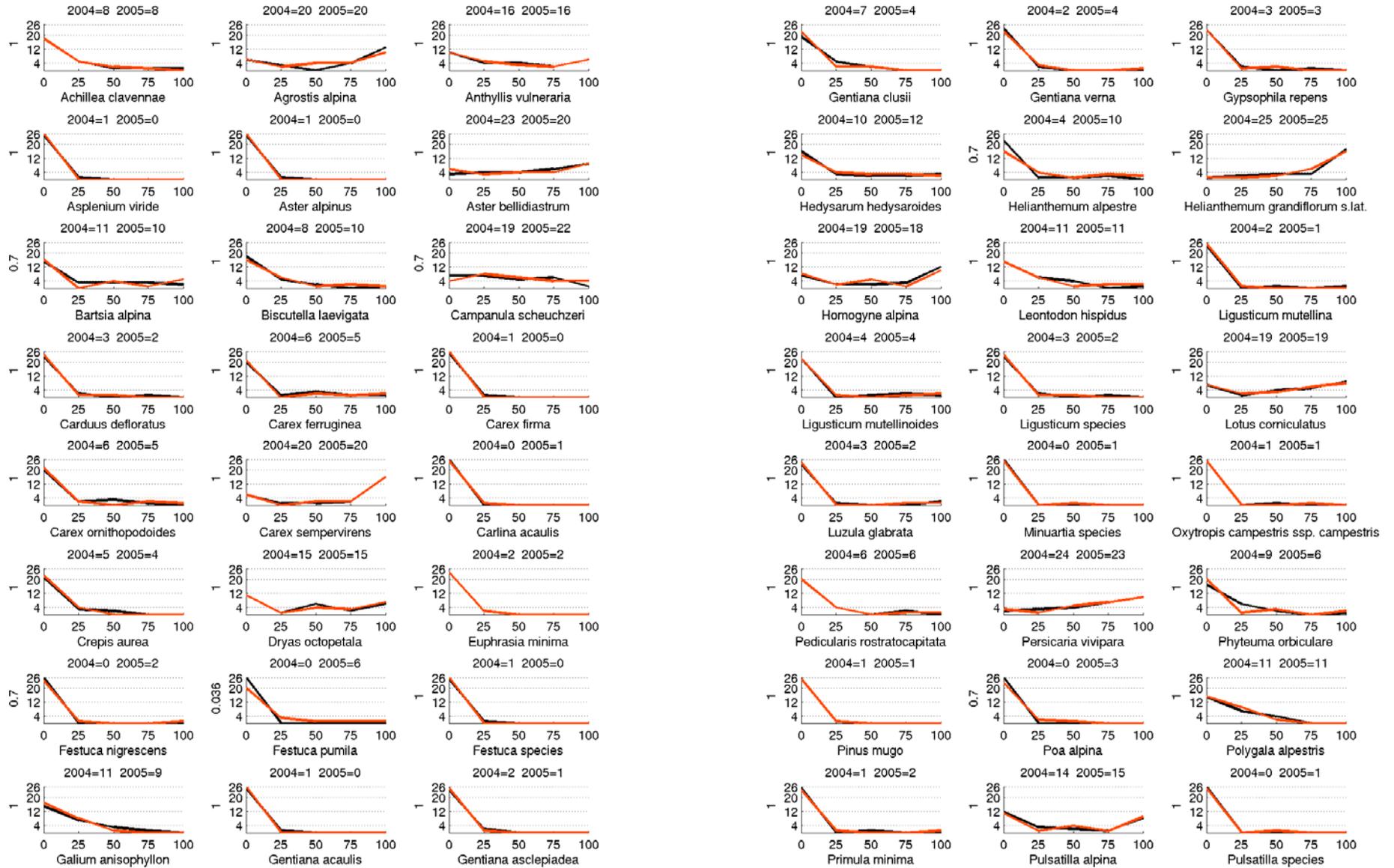
Nichtbeweidungszeiger			gesamte mittl. Deckung [%]	
	Anzahl Arten [abs.]		(beweidet)	(unbeweidet)
Jahr	10	10a		
1992	5	5	8,6	5,7
1993	5	6	9,3	8,2
1994	5	5	8,6	7,2
1995	5	6	6,5	7,5
1996	5	6	6,5	6,7
...				
2004	3	5	6,4	9,0
2005	5	6	8,8	8,8

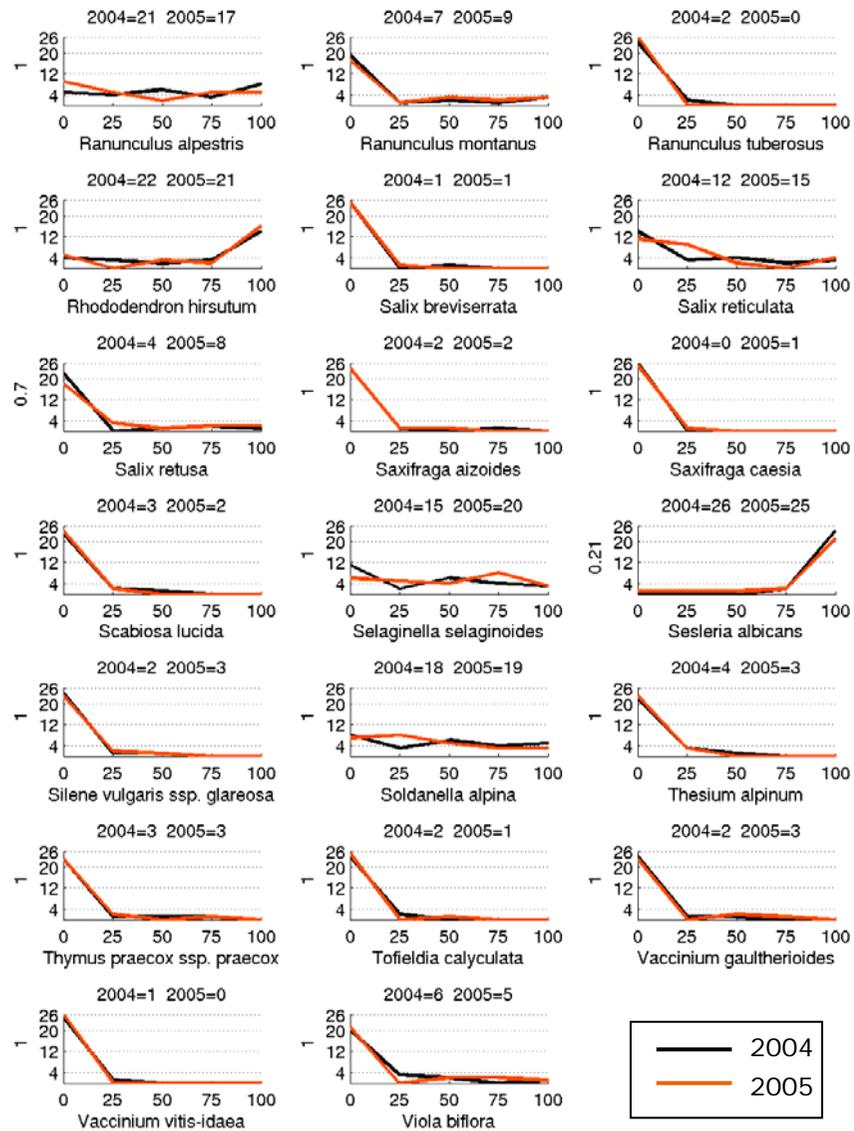
Fläche 1 Histogramme Veränderung auf Artniveau





Fläche 2 Histogramme Veränderung auf Artniveau





Matlab-Skript für Histogramme Veränderung auf Artniveau

```
function [] = histo_blatt(pifkar)
% function [liste_ausgabeparameter] = Funktionsname(liste_eingabeparameter)
%
% REQUIRES:   pifkar.daten
%           pifkar.art
%
% PROVIDES:   Plot Pifkar Output graph sheets
%
% EXAMPLES:   histo_blatt(pifkar)
%           histo_blatt( read_data('fre_f1.xls') )

% Mit pifkar=read_data('fre_f1.xls') wird eine Datenstruktur erstellt.
% Weche im Vektor pifkar.art die Art enthält und alle Daten
% für die Statistiken in der
% Matrize pifkar.daten(art,alle Aufnahmen,die zwei Vergleichsstichproben)
%
% Die Daten wurden aus dem TurboVEG ins Excel exportiert
% (alle Arten ALLER JAHRE in EINEM File!)
% Export --> delimited Spreadsheet table -->
% output-file txt; Cover: Original Codes;
% Punkte(Art nicht vorhanden=0%) dann später im Excel mit 0 ersetzen
%
% KSTEST2 Two-sample Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit hypothesis test.
% H = KSTEST2(X1,X2,ALPHA,TAIL) performs a Kolmogorov-Smirnov (K-S) test
% to determine if independent random samples, X1 and X2, are drawn from
% the same underlying continuous population. ALPHA and TAIL are optional
% scalar inputs: ALPHA is the desired significance level (default = 0.05);
% TAIL indicates the type of test (default = 0). H indicates the result of
% the hypothesis test:
%-----
% function [pifkar] = read_data_Pifkar(file)
%% read_data_Pifkar read Excell and return daten and art
%% Example:   pifkar=read_data('fre_f1.xls')
%% oder direkt mit histo_blatt
%
%[daten, art] = xlsread(file);
%pifkar.art=art(4:end);
%%orig pifkar.daten=daten(4:end,:);
%pifkar.daten(:, :, 1)=daten(4:end,1:26);
%pifkar.daten(:, :, 2)=daten(4:end,27:52);

% Set some default Values
set(0,'DefaultAxesColorOrder',[0 0 0;1 0.3 0],...
    'DefaultAxesLineStyleOrder','-|-.|--|:',...
    'DefaultLineLineWidth',2)
page=0;
nplots=24;

EDGES=[0 1 2 3 4 ]; %How Histogram is computed

i=1;
while ( i < length(pifkar.art) );

    figure;
    for row=1:nplots
```

```

if ( i > length(pifkar.art) );
    break;
end;
subplot(8, 3, row);

n=[histc(pifkar.daten(i,: ,1),EDGES);histc(pifkar.daten(i,: ,2),EDGES)];
line(EDGES,n'); %bar(EDGES,n');

[H,P,KSSTAT] = kstest2( n(1,:), n(2,:) );

title( sprintf('2004=%d 2005=%d',...
sum(n(1,2:5)),sum(n(2,2:5)) ) );

ylabel( sprintf(' %2.2g',P) );
xlabel( pifkar.art(i) );

axis([0 4 0 26]);
set(gca,...
'xtick',[0 1 2 3 4],...
'XTickLabel',[0 25 50 75 100],...
'ytick',[ 4 12 20 26],...
'YMinorGrid','off',...
'YGrid','on');

i=i+1;
end;

legend('2004','2005');
subplotspace('vertical',80);
subplotspace('horizontal',10);
page=page+1;
end;

```

9 Beilagen

Beilage 1: Gesamttabelle (alle Vegetationsaufnahmen mit Kopfdaten, Twinspananalyse 1 Cutlevel)

Beilage 2: Teiltabelle der Flächen 1 und 2 (alle Vegetationsaufnahmen mit Kopfdaten, Twinspananalyse 7 Cutlevels)

Beilage 3: Teiltabelle der Flächen 3 und der Griechser-Flächen (alle Vegetationsaufnahmen mit Kopfdaten, Twinspananalyse 5 Cutlevels)

Beilage 4: Frequenzrahmen der Fläche 1 (2004 und 2005)

Beilage 5: Frequenzrahmen der Fläche 2 (2004 und 2005)

Beilage 6: Frequenzrahmen der Fläche 3 (2004 und 2005)