

Bericht zur Projektstudie Vegetationsanalyse II

(LV 717078; Fließ 30.06. – 02.07.2020)

unter Leitung von Dr. Carnicero Campmany und Tutor Max Lübben



AutorInnen:

Dennis Marko Schröter, Dominik Gallenberger, Laura Stephan, Teresa Zeni, Alois Fundneider, Felix Faltner

Abstract

Due to their heterogeneous composition, dry grasslands offer a large number of different habitats and thus a high diversity of flora and fauna. In order to preserve this unique cultural landscape, from which tourism also benefits, studies and forecasts on the possible development of this type of landscape are necessary in the future. For the conservation of dry grasslands, management strategies are necessary to avoid natural succession. Regular studies on uniform plots are necessary for a better understanding of the stages of succession.

The aim of this work was to understand the difference between grazed and non-grazed areas in terms of species spectrum and to find out which environmental factors are important for the variability between plots.

A sample of 15 plots (5x5m each) was analysed on grazed and non-grazed areas. To determine the impact of neophytes on dry grasslands, an additional plot was created. To establish a correlation between species composition and site factors, the following parameters were collected on each plot: Exposure, slope and altitude. In addition, the average degree of vegetation cover and growth height were determined.

In principle, grazed and ungrazed areas can be distinguished from each other by their species composition. Characteristic species like *Veronica spicata* are typical for primary dry grassland. A high degree of scrub encroachment indicates an abandoned grazing area. The plant communities allow conclusions to be drawn about the various stages of succession.

For a better understanding and development of the Fließler Sonnenhänge further investigations are necessary.

Einleitung

Die auf 1000 m.ü.NN. nahe der Ortschaft Fließ im Bezirk Landeck/Tirol gelegenen Fließer Sonnenhänge mit einer Fläche von 1,19 km² zählen seit 2001 als Naturschutzgebiet und gehören seit 2004 zum Projekt Natura 2000. Im Bereich der Süd bis Süd-West gelegenen Mittelgebirgsterrassen am Vögeler Bichl, in Fabers und Lafreins unterhalb der Lawinenverbauungen wurden im Rahmen der „PJ Vegetationsbewertung“ Untersuchungen durchgeführt.

Das Öztaler Massiv weist als Ausgangsgestein den verwitterungsanfälligen, skelettreichen Bündnerschiefer auf, welcher von einer sandig-siltigen Braunerde überlagert wird. Im Vergleich zu den offen gelassenen Flächen, wiesen die beweideten eine mächtigere Humusschicht (10 cm) auf.

In Folge der geringen durchschnittlichen Niederschlagsmenge (600 mm/a) und Windgeschwindigkeit (3,6 km/h), sowie der hohen Sonneneinstrahlung und Bodentemperatur weist das Gebiet trockenkontinentale Bedingungen auf, mit vorherrschendem Steppencharakter. Die geringen Windgeschwindigkeiten sorgen für erhöhte Transpirationsraten.

Primäre Trockenrasen konzentrieren sich häufig an Extremstandorte, wie z.B. Felsvorsprünge. Durch Abholzung der Rotföhrenwälder und anschließender Beweidung bildeten sich im Laufe der Geschichte sekundäre Trockenrasen, wie auch am Beispiel der Fließer Sonnenhänge ersichtlich wird. In diesen kann es durch Auflassung der Bewirtschaftung zu einer Verbuschung kommen und anschließend zu der Bildung eines Rotföhrenwaldes (Ellenberg und Leuschner, 2010). Rezent werden die Flächen am Vögeler Bichl (20%; Verhältnis zwischen dem aktuellen und dem maximalen Besatz an Weidetieren über die gesamte Weideperiode) und in Fabers (33%) als Extensivweide und in Lafreins als Intensivweide genutzt.

Die FFH-Lebensräume (Flora Fauna Habitat - Richtlinie) umfassen naturnahe Kalktrockenrasen, deren Verbuschungsstadien und Silikatfelsen mit Pioniervegetation. Charakterarten der Pflanzengesellschaft Astragalo-Brometum (Walliser-Schwingel-Trespen-

Trockenrasen mit Esparsetten Tragant) sind *Carex humilis*, *Bromus erectus*, *Festuca valesiaca*, *Brachypodium rupestre* und *Astragalus onobrychis* zählen (Holzner et al. 1986). Zu den für Verbuschungsstadien charakteristischen Arten gehören *Berberis vulgaris*, *Hippophäe rhamnoides*, *Juniperus communis* und *Rosa spp.* (Braun Blanquet, 1961).

Durch die besonderen geologischen, petrologischen und floristischen Gegebenheiten ist zudem eine hohe Diversität der Fauna (Arthropoda: Lepidoptera, Orthoptera, Hymenoptera, Coleoptera und Neuroptera, Säugetiere, Chiroptera) vorhanden. Der Erhalt der Trockenrasen ist für den Schutz dieser Arten von großer Bedeutung. Daher wurde ab 2002 ein Managementplan umgesetzt, der den Einsatz von Maschinen vorsieht. Zudem werden auf den Trockenrasenflächen Rinder, Schafe, Ziegen und Esel gehalten.

In den letzten Jahren konnten sich zudem einige Neophyten etablieren. Zu den invasiven Arten (Transformers) gehören *Ailanthus altissima* und *Robinia pseudoacacia*. Als Transformers können bestimmte Neophyten die Bedingungen eines Ökosystems ändern und die natürliche Vegetation beeinflussen (Richardson et al. 2000). *Robinia pseudoacacia* bindet z.B. Luftstickstoff und sorgt durch ihre Nährstoffanreicherung für eine Reduktion der Biodiversität.

Um das Entwicklungspotential dieser Flächen besser einschätzen zu können, wurden in den letzten Jahren bereits einige Untersuchungen durchgeführt, z.B. durch dem LEADER Projekt in den Jahren 2006, 2009 und 2012. Bei dem LEADER-Projekt wurden europaweit alle alpinen Trockentäler mit dem Schwerpunkt Trockenrasen untersucht. Daneben wurden durch das Projekt des Eurasian Dry Grassland Group (EDGG) einige dieser Fläche untersucht. Im Rahmen des Projekts Terra Raetica besteht ein internationales Interesse an dem Erhalt dieses einzigartigen Ökosystems. Neun Jahre zuvor wurden bereits einige Flächen in Lafreins (L120, IBK002) entbuscht, sodass sie wieder als Weide genutzt werden können. Einzelne Landschaftselemente wie z.B. Gruppen von Sträuchern wie Wacholder oder Weißdorn wurden belassen, um die Vielfältigkeit der Landschaft als auch die Anzahl von Flora und Fauna zu steigern. Ziel ist es auch in Zukunft verbuschte Weiden zu entbuschen um an Weidefläche zu gewinnen.

Für die Erfassung der aktuellen Standortsituation wurden Plots erstellt, die anschließend auf Gemeinsamkeiten bezüglich der Artenzusammensetzung und den damit

zusammenhängenden Faktoren untersucht wurden. Anhand folgender Fragestellungen soll ein zukünftiges Weidemanagement optimiert werden.

Welche Unterschiede lassen sich zwischen beweideten und unbeweideten Flächen hinsichtlich der Vegetation und der floristischen Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften erkennen? Welche Umweltfaktoren erklären die Variabilität zwischen den Plots?

Material & Methoden

Vegetationsaufnahmen

Im Rahmen der Projektstudie „Vegetationsbewertung“ der Uni Innsbruck wurden vom 30.06.-02.07.2020 in den Gebieten Vögeler Bichl, Lafreins und Faberst Vegetationsaufnahmen durchgeführt (Abb.1).

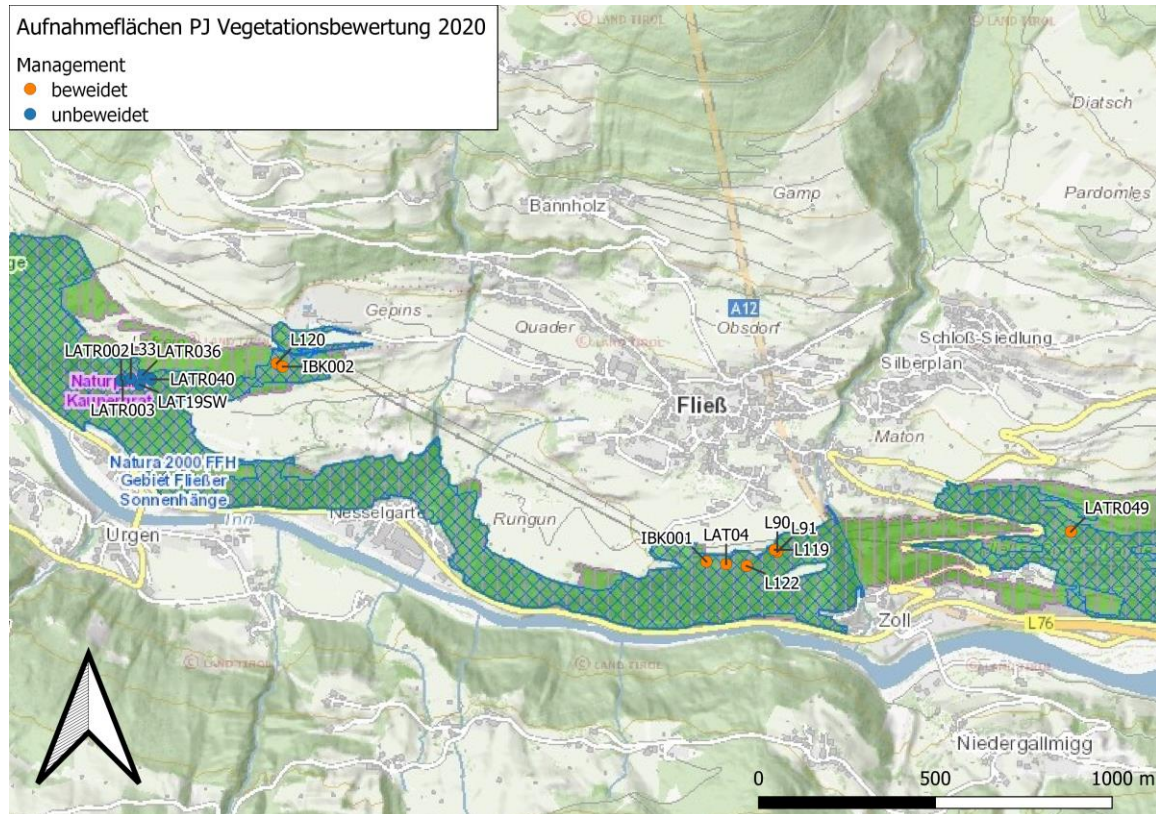


Abbildung 1: Aufnahmeflächen von Vögeler Bichl, Lafreins und Faberst mit aktuellem Management.

Insgesamt wurden 15 Vegetationsaufnahmen in Plots von 5x5m durchgeführt (Anhang Tabelle I). Sechs der Plots waren dabei in unbeweideten Gebieten, die restlichen neun waren auf Weideflächen (Anhang Tabelle V). Der Deckungsgrad der Arten wurde nach Braun-Blanquet (Tab.1) geschätzt.

Tabelle 1: Vereinfachte Aufnahmeskala nach Braun-Blanquet (vereinfacht nach Reichelt & Wilmanns; 1973)

Wert	Individuenzahl [n]	Deckung [%]
r	1	< 5
+	2-5	< 5
1	6-50	< 5
2	beliebig	5-25
3	beliebig	25 – 50
4	beliebig	50 - 75

5	beliebig	75 - 100
---	----------	----------

Weiters wurden in jeder Aufnahme­fläche folgende Parameter (= explanatory-variables) erhoben:

- Bodentiefe (Soil)
- Exposition (Exp)
- Hangneigung (Slope)
- Gesamtdeckung der Vegetation (Cov)
- Durchschnittliche Vegetationshöhe (Height)

Statistische Auswertung

Die Daten aus allen Feldprotokollen wurden in ein EXCEL-File übertragen. Die weitere Auswertung wurde mittels R (Version 4.0.2, R Core Team 2020) mit den Packages vegan (Oksanen et al. 2019) und twinspanR (Zeleny et al. 2019) durchgeführt.

Ordination

Um die Variabilität unter den verschiedenen Aufnahme­flächen festzustellen, wurden Ordinationsverfahren verwendet. Dabei werden die Daten der Vegetationsaufnahmen (Plots) in einem n-dimensionalen Raum dargestellt. Die Anzahl der Dimensionen innerhalb der DCA entspricht dabei der Anzahl der erfassten Arten. Mathematische Verfahren reduzieren die Dimensionen, sodass die Lage der Daten der Vegetationsaufnahmen in einem zweidimensionalen Koordinatensystem dargestellt werden kann. Die Achsen des generierten Koordinatensystems (z.B. DCA1 & DCA2) stellen dabei die Gradienten dar, die die Variabilität der Daten am besten beschreiben. Die Eigenwerte der Achsen geben Auskunft über den Anteil der erklärten Variation, also wie gut diese die Variation der Daten erfassen (Leyer, 2007).

Es unterscheiden sich folgende Ordinationsverfahren:

DCA (Detrended Korrespondenzanalyse)

Um die erste Frage zu beantworten, wurde zuerst eine Detrended Korrespondenzanalyse (DCA) durchgeführt. Diese ist eine direkte Ordinationsmethode, die nur die Zusammensetzung der Artengemeinschaft für die Ordination berücksichtigt. Die Diagramme wurden dann durch die Explanatory-Variablen ergänzt. Diese sind als Vektorpfeile im Diagramm dargestellt,

welche den Einfluss der jeweiligen Parameter auf die Variabilität der Plots erklären. Die Gradienten können für die Interpretation der Ordination herangezogen werden.

DCA wird hauptsächlich für species data verwendet, da sie für double-zeros in den Daten nicht empfindlich ist. Die normale Korrespondenzanalyse (CA) würde oft Artefakte (ARCH und horse-tail-Effekt) ergeben (Hill & Gauch, 1980). Außerdem können bei einer DCA seltene Arten, welche einen zu großen Einfluss auf die Ergebnisse hätten, heruntergewichtet werden. Die Umweltfaktoren und der Artenreichtum wurden dann an die Ordination angepasst und die Signifikanz mit Permutationen getestet (n = 999).

NMDS (Nichtmetrische Multidimensionale Skalierung)

Um die Ergebnisse der DCA zu überprüfen, wurde eine weitere indirekte Ordinationsmethode verwendet, die Nichtmetrische Multidimensionale Skalierung (NMDS). Sie betrachtet die Ähnlichkeit der Plots und versucht diese in einem möglichst niederdimensionalen Raum anzuordnen, damit die der Ordnungsbeziehungen unter ihnen beibehalten werden.

CCA (Canonical Correspondence Analysis)

Für die direkte Ordination wurde eine Canonical Correspondence Analysis (CCA) verwendet. In diesem Analyseverfahren wurden die Explanatory-Variables von Anfang an verwendet. In unserem Fall wurden die Parameter Exposition, Hangneigung, Bodentiefe, Gesamtdeckung, Mittlere Vegetationshöhe und Artenreichtum (quantitative explanatory variables) zur Erklärung der Variation in den Artengemeinschaften mit einbezogen. Mit einer ANOVA wurde getestet, welche Umweltvariablen einen signifikanten Beitrag zur Ordination der Sites haben. Relationen zwischen den Variablen wurden mit der option by = „margin“ berücksichtigt.

Diskriminanzanalyse (DA)

Zudem wurde eine Diskriminanzanalyse durchgeführt, um die Unterschiede im Artenspektrum zwischen den Gruppen „beweidet“ und „unbeweidet“ zu beschreiben. Bei der DA verwendet man kategoriale Variablen, die nicht als Explanatory-Variablen in der CCA eingesetzt werden können.

Klassifikation (TWINSpan-Analyse)

Die Clusteranalyse ist ein Verfahren zur Entdeckung von Ähnlichkeitsstrukturen in Datenbeständen. Während die Cluster-Analyse nach Gruppen in einem Datensatz sucht, gibt die Ordination einen Trend in Form eines Gradienten an. Für die Klassifikation der Vegetationsdaten wurde eine TWINSpan-Analyse durchgeführt. Diese basiert auf hierarchischen Divisionen und ordnet die Daten der Schätzungen in einer Vegetationstabelle ähnlich einer pflanzensoziologischen Tabelle an (Legendre & Legendre, 1998).

Ergebnisse

Ordination

DCA (Detrended Korrespondenzanalyse)

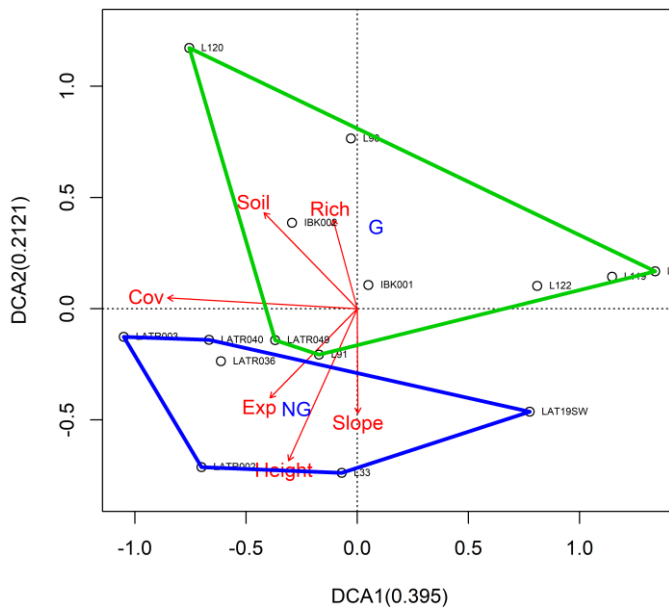


Tabelle 2: Signifikanzwerte Vektor-Fitting (DCA). Mit * markierte Zeilen zeigen statistisch signifikante Ergebnisse.

Faktor	p-Wert
Exp	0.117
Slope	0.288
Soil	0.084
Cov	0.002*
Height	0.015*
Rich	0.350

Abbildung 2: Ergebnis der DCA-Analyse. Schwarze Kreise repräsentieren die Plots, rote Pfeile zeigen den Einfluss der Explanatory-Variablen. Blaue bzw. grüne Vielecke markieren unbeweidete (NG) bzw. beweidete (G) Flächen.

In der DCA bildeten beweidete (G) und unbeweidete (NG) Plots zwei getrennte, sich nicht überlappenden Gruppen (Abb. 2). Diese unterschieden sich erst entlang der zweiten Ordinationsachse DCA2 (Eigenwert 0.2121). Beim Vektor-Fitting waren die Variablen "Coverage" (Deckung) und "Height" (Durchschnittliche Vegetationshöhe) statistisch signifikant (Tab. 2).

NMDS

Die NMDS-Analyse zeigt ebenfalls zwei getrennte, sich nicht überlappende Gruppen (G/NG; Anhang Abbildung I). Die NMDS und die DCA zeigen ähnliche Ergebnisse. In der Diskriminanz-Analyse waren keine deutlichen Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen (Anhang Abbildung II).

CCA (Canonical Correspondence Analysis)

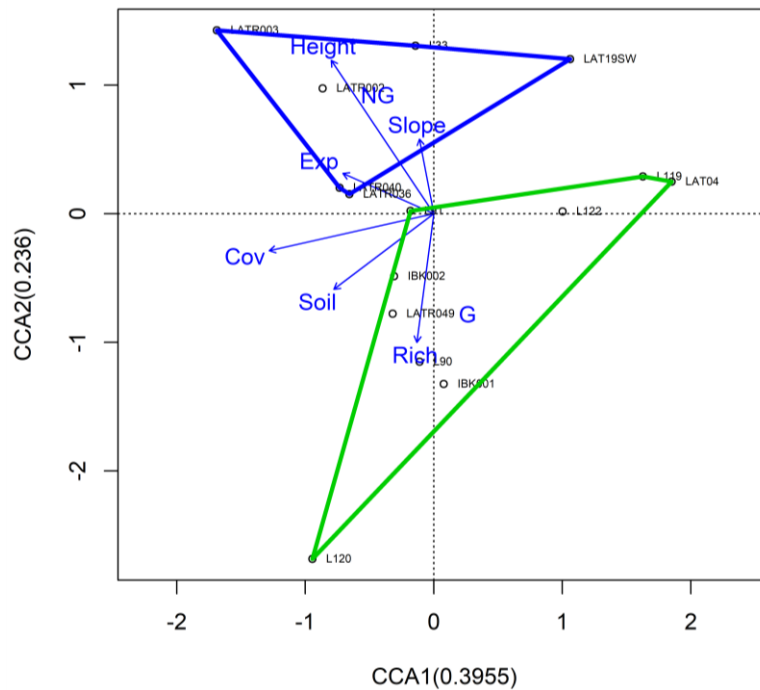


Abbildung 3: Ergebnis der CCA-Analyse. Schwarze Kreise repräsentieren die Plots, blaue Pfeile zeigen den Einfluss der Explanatory-Variablen. Blaue bzw. grüne Vielecke markieren unbeweidete (NG) bzw. beweidete (G) Flächen.

Tabelle 3: Ergebnis der ANOVA. Mit * markierte Zeilen zeigen statistisch signifikante Ergebnisse (*Exp* = Exposition, *Slope* = Hangneigung, *Soil* = Bodentiefe, *Cov* = Vegetationsdeckung, *Height* = durchschnittliche Vegetationshöhe, *Rich* = Artenreichtum).

	Df	ChiSquare	F	Pr(>F)
Exp	1	0.112	0.883	0.639
Slope	1	0.155	1.221	0.163
Soil	1	0.201	1.584	0.027*
Cov	1	0.186	1.465	0.047*
Height	1	0.199	1.564	0.045*
Rich	1	0.099	0.784	0.807
Residual	8	1.015	NA	NA

Auch in der CCA zeigte sich eine eindeutige Trennung der zwei Gruppen (grazed/non grazed). Die zwei Umweltparameter Soil (Bodentiefe) und Height (Vegetationshöhe) haben laut ANOVA einen statistisch signifikanten Einfluss ($p < 0.05$) auf die Ordination der Plots. Die zwei

Gruppen unterscheiden sich hauptsächlich in der Vegetationshöhe und können anhand dieser getrennt werden (Abb. 3).

Klassifikation (TWINSpan-Analyse)

Bei der TWINSpan-Klassifikation wurden die Plots zunächst auf zwei Gruppen geteilt (Gruppe T0 und T1, Anhang Tabelle IV). Gruppe T1 ist durch *Sedum spp.*, *Sempervivum arachnoideum*, *Artemisia campestris* gekennzeichnet. Die zweite TWINSpan-Teilung trennte die unbeweideten von den beweideten Plots von Gruppe T0 ab. Gruppe T00 (unbeweidet) war u.a. durch *Seseli libanotis* und *Aster amellus* charakterisiert, Gruppe T01 (beweidet) durch *Prunella grandiflora* und *Ranunculus bulbosus* (Anhang Tabelle IV).

Bezüglich des Artenspektrums gibt es deutliche Unterschiede zwischen beweideten und unbeweideten Flächen. Der Standort LAT19SW bildet dabei eine Ausnahme, indem er als unbeweidete Fläche bezüglich der Artenzusammensetzung in die Gruppe der beweideten Flächen fällt. Arten, die ein breites ökologisches Spektrum aufweisen, wurden in der Tabelle als Begleitarten aufgeführt. Klassisch weitverbreitete Trockenrasenarten sind in der Klasse der Festuco-Brometea und in der Ordnung Festucetalia valesiacae eingeteilt (Anhang Tabelle IV).

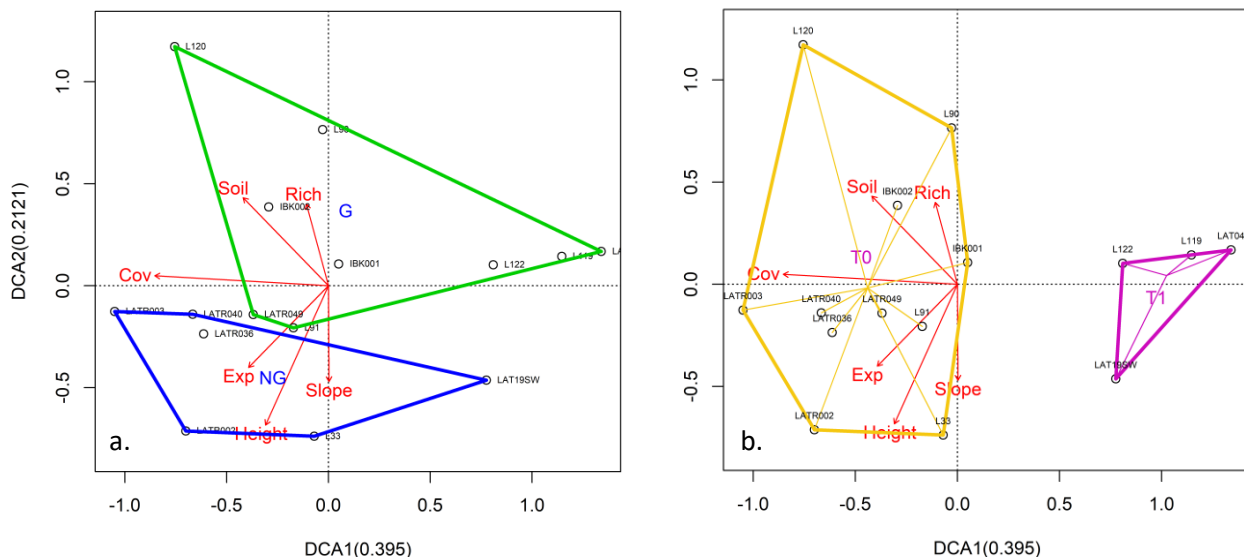


Abbildung 4: Vergleich der Gruppierung nach Management (a.) mit der 1. Aufteilung der TWINSpan-Analyse (b.). Schwarze Kreise repräsentieren die Plots, rote Pfeile zeigen den Einfluss der Explanatory-Variablen. Blaue bzw. grüne Vielecke markieren unbeweidete (NG) bzw. beweidete (G) Flächen. Gelbe und violette Vielecke zeigen die Gruppen (T0 & T1) nach der 1. Aufteilung der TWINSpan-Analyse.

Species plot

Im DCA Species-Plot kann man die Artengruppen, die bei der Klassifizierung durch TWINSpan definiert wurden, erkennen (Abb. 5, Anhang Tabelle IV). Jeder Pfeil ist eine für die Gruppentrennung wichtige Art. Seltene Arten wurden gelöscht. Die vollständigen Artnamen sind nach Farbe kodiert der Vegetationstabelle oder Abbildung 6a zu entnehmen. Die Charakterarten von Gruppe T1 (hellgrün) trennen eindeutig Plots von Gruppe T0 und Gruppe T1 entlang Achse DCA1. Charakterarten von Gruppe T00 haben einen vergleichbaren Einfluss auf Achse DCA1, aber in der negativen Richtung (Abb. 5b). Arten wie *Prunella grandiflora* und *Ranunculus bulbosus* (Charakterarten Gruppe T01) trennen außerdem die Plots entlang Achse DCA2 (Abb. 5a). Beweidungscharakterarten (gelb) haben hingegen einen geringeren Einfluss

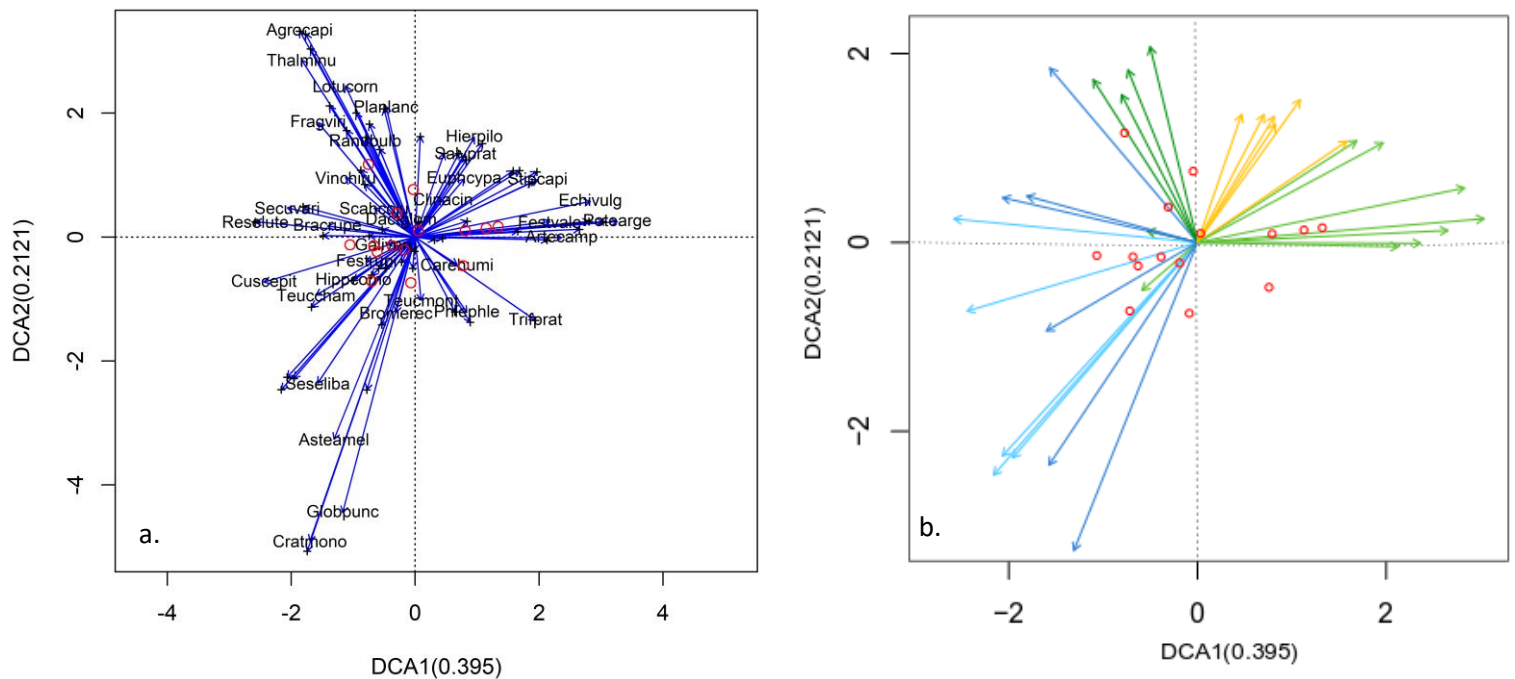


Abbildung 5: a. Vollständiger DCA-Species-Plot. b. DCA-Species-Plot mit den Arten, die für die Klassifizierung von Bedeutung sind. Blau: nicht beweidet (TWINSpan Gruppe 00); gelb: beweidet; dunkel & hellgrün: beweidet (TWINSpan Gruppe 01 & 1). Rote Kreise stellen Plots dar.

Diskussion

Die Gruppen beweidet (G) und unbeweidet (NG) teilen sich entlang der DCA2 auf Basis der signifikanten Faktoren (vgl. Abb. 1, Tab. 2). Somit lässt sich die Artenzusammensetzung beider Flächen mittels Bodentiefe und Vegetationshöhe erklären. Ebenso verhält es sich mit den Ergebnissen der CCA (vgl. Abb. 3). Der Einfluss dieser Erklärungsvariable wird von beiden Analysen unterstützt. Die Vegetationshöhe ist für die Trennung der Gruppen wichtiger, während die Variable der Bodentiefe innerhalb beider Gruppen variiert. Die Diskriminanz-Analyse entfiel aufgrund zu geringer Stichprobengrößen, da dabei keine klare Trennung bzw. Tendenz beider Gruppen zu erkennen war.

DCA und TWINSpan lieferten ähnliche Ergebnisse. Die Gruppen „beweidet“ und „unbeweidet“ überlappen sich nicht in der DCA und trennen sich entlang DCA1. Die Gruppenbildung findet sich auch in der TWINSpan-Teilung (T0 und T1) wieder (Abb. 5, Anhang Tabelle IV). Charakterarten für Beweidung spielen nämlich eine sekundäre Rolle in der Ordination der Plots und wurden zusätzlich definiert. Arten, die einen besonderen Einfluss auf die erste Ordinationsachse haben, sind einerseits typisch für offene Stellen und Fels (Gruppe T1), andererseits Charakterarten für etwas ruderalisiertere Flächen, die zu einer Saumgesellschaft (*Geranium sanguineum*) tendieren (Gruppe T00, Arten der *Seseli libanotis*-Gruppe) (Anhang Tabelle IV). Generell kann man einen Feuchtigkeitsgradient erkennen, wobei auf beweideten Flächen der Einfluss von Trockenheit bemerkbar wird mit Arten der *Salvia pratensis*-Gruppe und mehr *Festuca valesiaca* auf den beweideten Flächen. Die Beweidung spiegelt sich auch in der Häufigkeit von *Bromus erectus* wieder. Diese Art kommt in den beweideten Flächen seltener vor als in den unbeweideten, da sie auf Dauer weideempfindlich ist und von der Mahd gefördert wird.

Neben den sekundären Trockenrasen waren einzelne Bereiche von Primärtrockenrasen zu finden mit Arten, die für offenere Stellen (felsige Standorte) typisch sind wie *Artemisia campestris*, *Sedum spp.*, *Dianthus sylvestris* und *Sempervivum arachnoideum*. An diesen Stellen, meist beweideter Plots, war der Boden flachgründiger und die Vegetationsbedeckung geringer. Diese waren meist beweidete Plots. Der unbeweidete Plot LAT19 wurde allerdings mit den beweideten Plots klassifiziert. Eine geringere Vegetationsdeckung mit vielen Steinen und ein flachgründiger Boden führten hier zu einer Artenzusammensetzung, die floristisch

einer beweideten Fläche ähnelt. Diese etwas trockeneren Felsrasen sind mir der Klasse der Felsgrusgesellschaften (Sedo-Scleranthetea) nah verwandt.

Primärtrockenrasen sind aufgrund extremer Boden- und Klimaverhältnisse von Natur aus waldfrei. Sekundärtrockenrasen etablieren sich hingegen erst mit Hilfe des Menschen auf Waldstandorten, die zuerst durch Rodung und danach extensiver Weidenutzung offengehalten werden. Primärtrockenrasen waren ursprünglich nur kleinflächig und inselartig auf steilen, steinigten Hängen mit flachgründigem Boden begrenzt. Die Trockenrasenarten konnten sich aus diesen Beständen auf neue, durch die menschliche Nutzung geschaffene Flächen, verbreiten (Holzner et al. 1986). Die Fläche LAT19 kann daher als Primärtrockenrasen angesehen werden, während sich die übrigen Plots als Sekundärtrockenrasen gebildet haben.

Die Ergebnisse ermöglichen eine klare Unterteilung der untersuchten Flächen in zwei verschiedene Bewirtschaftungsformen (beweidet und unbeweidet). Die Weide wird 229 Tage im Jahr genutzt. Um eine Verbuschung zu vermeiden, ist eine langfristige und kontinuierliche Weidewirtschaft essenziell. Dies spiegelt sich in der Artenzusammensetzung der unterschiedlichen Bewirtschaftungsflächen wider. Anhand der Untersuchungsflächen IBK001 und IBK002 sieht man eine Tendenz zu einer höheren Biodiversität aufgrund zunehmender Heterogenität.

Vor allem im Bereich des Vögeler Bichls waren erste Anzeichen für Verbuschung (*Rosa spp.*, *Juniperus communis*, *Berberis vulgaris*, *Crataegus monogyna* und *Prunus spinosa*) zu erkennen. In den stärker aufgelassenen Bereichen waren auch *Fraxinus excelsior* und *Pinus sylvestris* als Sukzessionsfolger zu sehen. Bei bereits verbuschten Flächen müsste man vor der Bestoßung durch Weidetiere eine Schlägerung durchführen. Somit zeigte sich ein Erfolg der Entbuschungen sowohl in Lafreins, als auch im Vögeler Bichl.

Empfehlung für BewirtschafterInnen

Entbuschung und Beweidung wirken sich positiv auf die Erhaltung der Fließender Trockenrasen aus. Bei Auflassung der Beweidung würden die Flächen langfristig gesehen wieder verbuschen. Auf flachgründigen Böden und steileren Hängen würden dennoch die Trockenrasengesellschaften kleinflächig erhalten bleiben, woraus sich die Arten erneut verbreiten können. Nach der Entbuschung kann man durch eine geeignete

Beweidungsintensität die Trockenrasengesellschaften fördern. Entbuschungs-Aktionen sind somit eine einmalige Arbeit, die sich bei nachhaltiger Beweidung erübrigen. Nachhaltig in diesem Zusammenhang bedeutet, dass genau so viele Großvieheinheiten (GVE) auf die Weide getrieben werden, wie der Trockenrasen wieder pro Jahr nachwachsen kann, zu geringer Tierbesatz führt so zu einer Verbuschung und zu hoher Tierbesatz zu einer Intensivweide und somit zu einem Rückgang seltener und schützenswerter Pflanzen.

Literatur

Ellenberg, H., Leuschner, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Stuttgart, D: Verlag Eugen Ulmer, 1001-1002.

Hill, M., Gauch, H. (1980): Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* **42**: 47-58.

Holzner, W., Horvatic, E., Köllner, E., Köppl, W., Pokorny, M., Scharrfetter, E., Schramayr, G., Strudl, M. (1986): *Österreichische Trockenrasen-Katalog: Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz Band 6*. Graz, A: Druck- und Verlagshaus Styria, 63-65.

Leyer, I., Wesche, K. (2007): *Multivariate Statistik in der Ökologie: Eine Einführung*. Berlin, D: Springer.

Mucina, L., Grabherr, G., Ellmauer, T. (1993): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs Teil 1: Anthropogene Vegetation*. Jena, D: Gustav Fischer Verlag.

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H., (2019): *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-4. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

R Core Team (2020): *R: A language and environment for statistical computing*. Wien, A: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.

Reichelt, G., Wilmanns, O. (1973): *Vegetationsgeographie*. Braunschweig, A: Westermann.

Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmánek M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West C.J. (2000): Naturalization and Invasion of alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions*, **6**: 93-107.

Zeleny, D., Smilauer, P., Hennekens, S., Hill, M. (2019): *twinspanR: TTwo-way INdicator SPecies ANalysis (and its modified version) in R*. R package version 0.19.

Anhang

Tabelle I: Koordinaten der Plot-Standorte

ID No	N	E
L91	47.116331	10.630343
L122	47.11597	10.6292
IBK001	47.11608	10.6277
LATR003	47.12067	10.60594
LATR036	47.12082	10.60669
LATR040	47.120708	10.606985
L120	47.121113	10.61168
LATR049	47.116841	10.64129
LATR002	47.12069	10.60588
LAT19SW	47.12057	10.60658
L90	47.116331	10.630343
L33	47.120729	10.606243
L119	47.11638	10.630248
LAT04	47.116017	10.628435
IBK002	47.12103	10.61191

Tabelle II: Eigenwerte DCA

	Eigenwert	Erklärte Variation %	Kumuliert %
DCA1	0.395	47.476	47.476
DCA2	0.212	25.495	72.971
DCA3	0.135	16.211	89.182
DCA4	0.090	10.818	100.000

Tabelle III: Eigenwerte CCA

	Eigenwert	Erklärte Variation %	Kumuliert %
CCA1	0.396	18.474	18.474
CCA2	0.236	11.024	29.498
CCA3	0.200	9.362	38.860
CCA4	0.131	6.125	44.985
CCA5	0.087	4.044	49.029
CCA6	0.076	3.559	52.588
CA1	0.214	10.019	62.607
CA2	0.193	9.003	71.609
CA3	0.159	7.443	79.052
CA4	0.127	5.930	84.982
CA5	0.112	5.236	90.218
CA6	0.101	4.732	94.950
CA7	0.080	3.747	98.697
CA8	0.028	1.303	100.000

Tabelle IV: Vegetationstabelle Fließ

Plots	T0					T1									
	T00					T01									
	LATR003	LATR002	LATR036	LATR040	L33	IBK002	L120	IBK001	LATR049	L90	L91	L122	LAT19SW	L119	LAT04
Management	NG	NG	NG	NG	NG	G	G	G	G	G	G	G	NG	G	G
Exp	190	175	190	190	200	170	180	160	210	170	160	180	180	150	170
Slope	40	35	30	40	45	30	30	40	40	30	35	40	30	40	30
Soil	75	40	60	60	55	40	75	70	70	50	50	55	25	45	50
Cov	95	90	95	90	95	95	90	95	90	90	85	80	50	60	50
Height	30	25	15	20	25	15	15	15	15	15	20	15	25	15	15
Rich	28	39	30	31	25	37	41	36	38	35	41	39	30	32	28
	23	34	29	30	24	36	41	35	38	35	41	38	28	32	28
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D1															
Hypericum perforatum	1	1			r			+				r			
Peucedanum oreoselinum (KC)	1	1	+	+											
Cuscuta epithymum	1	+													
Campanula glomerata	3	r													
Convolvulus arvensis	+	+													
D2															
Seseli libanotis (VC)	1	1	+	1	1										
Aster amellus	+	1	+	+	+								+		
Teucrium chamaedrys	2	2	1	1	1	2							+		
Poa angustifolia	1	1	+	1	+		1				+				r
Fragaria viridis (KC)	2	1	1	1			2			2					
Securigera varia	2		1	1	1		1		+						
D3															
Prunella grandiflora (KC)						1	1		1	2					
Ranunculus bulbosus			+			1	1	1		+	1				
Achillea millefolium						+	1	+		+	1			+	
Galium lucidum (KC)					+		1		+		1				
Plantago media			1	+				1	1	+	1				+
Agrimonia eupatoria						+			r	r	1				
Asperula cynanchica (KC)									+	r	+	+			
Trifolium montanum			+	+						+	1				
D4															

Salvia pratensis (KC)			1	1		2	2	2	1	1	1	2	1	2	2
Potentilla pusilla (VC)		1			r	1	+	1	1	2	1	2	1	1	1
Veronica spicata (OC)		+		r		1	1	1		1	1	1	+	1	1
Petrorhagia saxifraga		r				1	1	+		+	r	1	+	1	1
Thymus praecox		+				1	1	+	1			1	+	1	+
Erysimum raeticum	+					+	+	+		+	+			1	1
Clinopodium acinos						+		+		+	1	r		+	+
D5															
Artemisia campestris (OC)		r			+				1		+	2	2	2	2
Allium lusitanicum (KC)	+		r									1	1	+	1
Sedum sexangulare						r	+	+				1		1	+
Sedum album												+	+	1	+
Echium vulgare			+			r	+					1			2
Dianthus sylvestris										+		1	+		
Sempervivum arachnoideum														+	+
VC: Stipeto, OC: Festucetalia															
Festuca rupicola	1	2	1	1	2	2			1	2	2	1	1	+	
Festuca valesiaca	1	1	1	+			1	1			1	1	2	2	3
Astragalus onobrychis						1		3	2						
KC: Festuco-Brometea															
Bromus erectus	3	3	3	2	3	1	1	2	2	1	3	3	3	2	
Helianthemum nummularium	1	1		1	1	2	1	1	1			1			
Brachypodium rupestre	3	3	3	3	2		3	2	3	2	2		+		
Medicago falcata	1		1	1	+	+	1	1	1	+	1	1		+	
Euphorbia cyparissias	1	1	1	1	1	+	1	2	1	2	1	2	+	1	2
Galium verum	1	1	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
Carex caryophylla	1	1	+		1	1	+	1		1	1	1	1	1	1
Koeleria macrantha		1	1	1	1	1		1		1	1	2	1	2	2
Phleum phleoides	1	1	1	1	2	1		1			1	1	1	1	2
Carex humilis	2	2	1	2	3	2		2	3	2	2	3	2	3	3
Scabiosa columbaria		+				1		+	1		+	+	r		
Begleitarten															
Vincetoxicum hirundinaria	2	1	1	1	+	2	1	1	+	+	1	1	+	1	r
Plantago lanceolata			1	r		1	2	1		+	+	1		1	1
Teucrium montanum		+	r	+	1	+		1	1			1			
Dactylis glomerata		1	1	+			1	1	1		1	1		1	
Prunus spinosa	1	1	1	+	2	+	1	1	+	+	+				1
Arabis hirsuta		+				+	1	+			+				
Crataegus monogyna		2				r				r	+				r
Rosa canina		r			+	+			+	r	+	+		r	
Galium album							r	1	+						
Sanguisorba minor							+		+					+	
Hieracium pilosella									+	2		2			
Berberis vulgaris		1		+				r	r	+	r	+	+	r	
Melica ciliata		+			2						1	2	1		
Lotus corniculatus			+			+	1			+		+			
Taraxacum officinale		r							r			r		r	

Pimpinella saxifraga	1			+	+	+
Rosa micrantha			+	+	r	
Globularia punctata	1					+
Carex muricata					+	+
Allium carinatum		+			1	
Alyssum alyssoides			+			r
Arenaria serpyllifolia			+	1		
Juniperus communis					+	2
Thalictrum minus		+		1		
Carlina acaulis					r	r
Agrostis capillaris			2			
Campanula rapunculoides					+	
Hippocrepis comosa					2	
Homalotrichon pubescens		r				
Lapula squarrosa						+
Lolium perenne			1			
Medicago lupulina			+			
Origanum vulgare					1	
Orobanche alba						r
Polygonatum odoratum					+	
Polygonum aviculare			+			
Potentilla argentea						+
Reseda lutea	r					
Robinia pseudoacacia					+	
Saponaria ocymoides					+	
Sempervivum tectorum						+
Silene nutans			+			
Solidago virgaurea			r			
Stipa capillata						+
Tragopogon pratense					r	
Trifolium pratense						r
Trifolium repens			+			
Verbascum lychnitis					+	
Viola hirta					+	
Viscum album	r					

Tabelle V: Explanatory-variables mit Anmerkungen zu den Plots sowie vorangegangene Projekte, in deren Rahmen bereits Untersuchungen der Plots durchgeführt wurden. EDGG= Eurasian Dry Grassland Group (2018); LEADER (2006; 2009; 2012).

Plots	Management	Exposition [°]	Inklination [°]	Bodentiefe [cm]	Veg.-Deckung [%]	Veg.-Höhe [cm]	Artzahl [n]	Anmerkungen	Untersuchungen
L91	beweidet	160	35	50	85	20	41	oberste 10cm leicht humoser Boden keine Markierung;	LEADER
L122	beweidet	180	40	55	80	15	39	Viehangeln; rundherum felsig	LEADER
IBK001	beweidet	160	40	70	95	15	36	--- Markierung oberes linkes Eck;	/
LATR003	unbeweidet	190	40	75	95	30	28	vielleicht entbuscht (Äste abgeschnitten)	EDGG
LATR036	unbeweidet	190	30	60	95	15	30	GPS-Punkt ist oben links	EDGG
LATR040	unbeweidet	190	40	60	90	20	31	GPS-Punkt ist unten links	EDGG
L120	beweidet	180	30	75	90	15	41	Ziegen Markierung vorhanden;	LEADER
LATR049	beweidet	210	40	70	90	15	38	GPS-Markierung neu: unten rechts Bereits stark verbuschte Vegetation mit	EDGG
LATR002	unbeweidet	175	35	40	90	25	39	solitärem Weißdorn-Strauch	EDGG
LAT19S	unbeweidet	180	30	25	50	25	30	Relativ steile Fläche mit Felsvorsprüngen und geringer Bodentiefe	EDGG
W	unbeweidet	180	30	25	50	25	30	Anthropogen beeinflusster Standort,	
L90	beweidet	170	30	50	90	15	35	Fettwiesenarten wie z.B. <i>Prunella vulgaris</i> Aufgelassene Weide mit beginnender	LEADER
L33	unbeweidet	200	45	55	95	25	25	Verbuschung Schwach bis mittelmäßig bestoßene	LEADER
L119	beweidet	150	40	45	60	15	32	Fläche, spärlicher Wuchs	LEADER
LAT04	beweidet	170	30	50	50	15	28	Geringe Vegetationsbedeckung Gut bestoßene Weide mit schönem	EDGG
IBK002	beweidet	170	30	40	95	15	37	Aufwuchs, dichter Wuchs	/

Fotos Aufnahmeflächen



Plot L119



Plot L90



Plot AT19SW



Plot IBK002



Plot L122



Plot IBK001



Plot L33



Plot LATR002



Plot LATR003



Plot ATR036



Plot L120