

# Projektstudie

## Vegetationsanalyse am Issanger Halltal 2022



Laura Bonet Pizarro, Sarah Brach, Magdalena Haidegger, Sarah Kleiner,  
Daniel Baumgartner, Markus Finner, Michael Mitschke, Elias Nitz, Moritz Stegner

betreut durch:

Pau Carnicero Campmany

Tutor: Mario Wegher

PJ Vegetationsbewertung (LV 717078)

Institut für Botanik, Universität Innsbruck

Innsbruck, Oktober 2022

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                   |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>                 | <b>2</b>  |
| 1.1.     | Ziele dieser Arbeit               | 5         |
| <b>2</b> | <b>Material und Methoden</b>      | <b>6</b>  |
| 2.1.     | Vegetationsaufnahme               | 6         |
| 2.2.     | Datenanalyse                      | 8         |
| 2.3.     | Bewertung der Pflanzensoziologie  | 10        |
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse</b>                 | <b>11</b> |
| 3.1.     | Pflanzengesellschaften            | 11        |
| 3.2.     | 25 m <sup>2</sup> Plots           | 12        |
| 3.3.     | Vegetationsentwicklung            | 13        |
| 3.4.     | Veratrum Plots                    | 15        |
| <b>4</b> | <b>Diskussion</b>                 | <b>20</b> |
| 4.1.     | Pflanzensoziologie und Vegetation | 20        |
| 4.2.     | Chronologie                       | 22        |
| 4.3.     | Veratrum album                    | 22        |
| <b>5</b> | <b>Literaturangaben</b>           | <b>24</b> |
| <b>6</b> | <b>Anhang</b>                     | <b>28</b> |

# 1 Einleitung

Der Issanger liegt am Ende des Halltals bei Absam, Tirol, Österreich auf ca. 1600 m Höhe und umfasst eine Fläche von etwa 8 ha. Das Untersuchungsgebiet der Projektstudie 2022 beschreibt den Issanger. Ein Bodenprofil auf den Wiesen des Issangers zeigt eine Braunerde mit einem sehr geringmächtigem A-Horizont (1-3 cm) mit einem starken Wurzelfilz. Der B-Horizont ist tonig und enthält kaum Grobskelett. In den feuchten Senken mit *Eriophorum latifolium* wurde ein schwarz gefärbter anmooriger Boden festgestellt.

Durch die Lage des Halltales in den nördlichen Randalpen ist das Klima etwas gemäßigter und feuchter als in den Zentralalpen. So beträgt die Jahresdurchschnittstemperatur 5,7°C und der Jahresniederschlag ist 951 mm. Der geringste Niederschlag fällt im Jänner (45 mm), der höchste im Juli (129 mm) (Climate-Data.org). Im Mittel ist der Juli am wärmsten (15,5°C), der Jänner am kältesten (- 4,4°C).

Der Ursprung des Issangers liegt im Betrieb der Salinen im Halltal. Der Haller Salzberg besaß zur Futtermittellieferung (Weide und Heugewinnung) seiner Zug- und Saumtiere fünf Anger im Hall und Isstal. Nach Einführung von Lastwagen und mit dem abnehmenden Bedarf von Holztransporten aus dem Gleirsch- und Samertal nahm die Bedeutung von Zugtieren und damit der Bedarf von Angern immer mehr ab (Spötl 2002). Heute sind noch der Issanger und der Anger am ehemaligen Kloster St. Magdalena erhalten. Diese werden zum Erhalt der Kulturlandschaft und der hohen Dichte an Diversität der Flora und Fauna ungefähr alle zwei Jahre gemäht.



*Abbildung 1: Mähregime des Issangers. Rot gekennzeichnet: Mähflächen 2022 und 2020; deutlich erkennbar die grau-braunen Flächen, die 2021 gemäht wurden.*

Der Issanger ist eine topographisch sehr heterogene Fläche, welche immer wieder von kleinen Senken und Rinnen durchzogen ist. In diesen sammelt sich Wasser, was im Kontrast zu den (trockenen) Rücken vor allem in Bezug auf die Feuchtigkeit Unterschiede mit freiem Auge bemerkbar macht. Als Verbuschungszeiger wandern Grünerlen, Latschen, Weiden und Lärchen in die Flächen ein. Die potenzielle Vegetation wäre ein Fichten-Tannen-Lärchenwald.

An der Westseite sind vermehrt Feuchtfächen im Untersuchungsgebietes anzutreffen. Das Gebiet kann grob in einen trockeneren Bereich und einen feuchteren Bereich eingeteilt werden.

Bergwiesen sind sehr artenreiche, durch anthropogene Einflüsse geprägte Biotope. Der Issanger im Natura 2000-Gebiet im Naturpark Karwendel ist eine davon. Abhängig von der Bewirtschaftungsart (z. B. Mahd, Beweidung) und -intensität (Häufigkeit, Düngung, Bewässerung, Anzahl der Weidetiere) der Landnutzung entstehen charakteristische Pflanzengesellschaften.

Der Lebensraumtyp Bergwiese wurde durch extensive Nutzung (ein- bis zweischürige Mahd, geringe bis mäßige Düngung, z. T. Nachbeweidung) geschaffen. Dabei kann es sich um artenreiche Wiesen, meist frische, selten (wechsel)feuchte oder mäßig trockene Standorte handeln. Bergwiesen befinden sich auf der untermontanen bis subalpinen

Höhenstufe (Ellmauer, 2005). Die Auffassung von Bergwiesen führt zu Verstaudung, was langfristig einen Rückgang der Artenvielfalt zur Folge hat. Im Zuge von Verbrachung breiten sich Saumarten aus und die Anzahl der konkurrenzschwächeren Arten geht zurück. Auf die vermehrte Verbreitung von Hochstauden folgt eine Verbuschung der Wiesen, z.B. durch *Vaccinium*-Arten oder eine Versaumung z.B. durch *Veratrum album*, *Adenostyles alliariae* oder *Trollius europaeus*. Des Weiteren können sich Arten wie *Alnus alnobetula*, *Pinus mugo* und *Salix*-Arten verbreiten.

Die folgende Tabelle fasst die charakteristischen Eigenschaften der typischen Hochstaudenart *Veratrum album* zusammen. Der weiße Germer (*Veratrum album*) wächst auf extensiv genutzten Almweiden und Feuchtwiesen und ist charakteristisch für wenig genutzte Almweiden. Bei landwirtschaftlicher Beweidung stellt er aufgrund seiner Giftigkeit und Dominanz durch Nichtbeachtung durch das Weidevieh ein Problem dar.

Tabelle 1: *Veratrum album* (Landolt et al.; 2010)

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klima                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- subalpin – montan</li> <li>- subozeanisch</li> <li>- halbschattig</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |
| Boden                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- langandauernde Feuchtigkeit</li> <li>- neutral bis basenreich</li> <li>- mittlere Nährstoffgehalt - nährstoffreich</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| Vorkommen                          | - Gebirgspflanze; meso- bis eutrophe hygrophile Wiesen und Weiden, subalpin-alpine Rasen, Hochstaudenfluren, Farnfluren, Nadelwälder                                                                                                                                                                                                                    |
| (Verbreitung) -strategien          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hemikryptophyt</li> <li>- sommergrün</li> <li>- Intermediär zwischen Konkurrenz- und Stressstrategen</li> <li>- Boleochorie: Ausbreitung durch Windstöße</li> </ul>                                                                                                                                            |
| Biologisches Verhalten             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dominanz im Gelände<sup>1</sup>: in größeren Gruppen</li> <li>- zwittrig und normal sexuell; zur Fruchtentwicklung ist eine Bestäubung der Blüte notwendig</li> <li>- Mähverträglichkeit: gering<sup>2</sup></li> <li>- Veränderungstendenz: häufig gleichbleibend, abgesehen von lokalen Vorkommen</li> </ul> |
| Menschlicher Einfluss auf Standort | - Mäßig naturnah; vorwiegend in naturnaher oder extensiv bewirtschafteter Vegetation vorkommend; fehlt größtenteils an vom Menschen stark beeinflussten Standorten                                                                                                                                                                                      |

<sup>1</sup> Dominanz im Gelände bezeichnet nach ELLENBERG & al. (1992) die Häufung der Pflanzenindividuen am Ort des Vorkommens ( Landolt et al.; 2010).

<sup>2</sup> Mähverträglichkeit gering: die Art ist an Orten anzutreffen, die jährlich nur 1-2mal oder nur spät in der Vegetationsperiode gemäht oder beweidet werden.

Regulierungsmöglichkeiten sind ein Ausstechen, Ausdrehen, eine Erhöhung der Weideintensität oder eine Mahd bei Regen oder großer Hitze noch vor der Samenreife (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, 2020). Die Managementmaßnahmen von *Veratrum album* im Issanger betragen ein annuelles Mähen des Bestandes seit dem Jahr 2019.

### **1.1. Ziele dieser Arbeit**

In dieser Projektstudie wurden folgende Ziele angestrebt:

- Erfassung der Zusammenhänge zwischen Pflanzengesellschaften und den verschiedenen Standortbedingungen wie Niedermoore, Almwiesen und deren Übergänge. Des Weiteren werden die Mähregime berücksichtigt sowie auch Hangneigung oder Exposition.
- Vergleich von Ergebnissen den Projektstudien aus den vorherigen Jahren (2014 und 2018), um Veränderungen über die Jahre hinweg zu erkennen.
- Beurteilung der Einflussnahme von *Veratrum album* auf umliegende Pflanzengesellschaften und deren Diversität.

Mit der Zielsetzung ergibt sich die Hypothese, dass Pflanzengesellschaften eine klare Zugehörigkeit zu ihrem Standort aufweisen und somit als Zeigerpflanzen interpretiert werden können. Beim Vergleich der diesjährigen Projektstudie mit denen der Vorjahre wird eine erhöhte Biodiversität in den Aufnahmeflächen (Plots) erwartet, welche mit der zunehmenden Erholung der letzten Beweidung einhergeht. Zudem wird angenommen, dass *Veratrum album* einen Einfluss auf die umliegende Pflanzenzusammensetzung hat und durch ihr Auftreten die Biodiversität verringert wird.

## 2 Material und Methoden

### 2.1. Vegetationsaufnahme

Die 2014 mit einer Größe von 25 m<sup>2</sup> (5m x 5 m) angelegten und 2018 erneut erfassten Aufnahmeflächen wurden, soweit möglich, auch 2022 erfasst und bewertet. Hierzu wurden die Flächen mit Hilfe von Kompass, Maßband, GPS-Gerät, Metalldetektor und Neigungsmesser aufgesucht, um die Versuchsflächen möglichst identisch zu den Vorjahren abzustecken und auszumessen. Dazu wurden die beiden diagonalen Eckpunkte mittels Aufzeichnungen und GPS ermittelt. Als Überprüfung wurden die Eckpunkte ebenfalls mittels Metalldetektor lokalisiert, sowie die Entfernung zu wichtigen Ausgangspunkten nachgemessen. Für die 15 Aufnahmeflächen, erstellt im Jahr 2014, wurden zunächst die Bodenfeuchte (Hydrosense II, Campbell Scientific) sowie die Bodenart (Pürckhauer Erdbohrstock und Fingermethode) bestimmt. Anschließend wurden die Gesamtdeckung [%], die durchschnittliche Wuchshöhe des Bestandes [cm] und die Deckungswerte der Moose [%] geschätzt. Die Vegetationsaufnahme erfolgte dabei nach der Methode von Braun-Blanquet (1964). Die Nomenklatur folgte Fischer et al. (2008). Die Aufnahmefläche 16, welche im Jahr 2018 für das Monitoring eines *Gentiana pannonica* Bestandes zusätzlich angelegt wurde, konnte nicht lokalisiert werden und musste somit aus der weiteren Analyse entfernt werden. Des Weiteren wurden Standortparameter wie Hangneigung und -ausrichtung sowie die Bodenfeuchte und -art für jeden Plot erfasst.

Der Untersuchungszeitraum der Aufnahmeflächen Issanger im Naturpark Karwendel war im Jahr 2014 der 30. Juni, sowie 2. Juli, 2018 der 19. und 20. Juni und 2022 die drei Tage 6., 7., 8. Juli.





Abbildung 2: Karte der Untersuchungsflächen (1-16), rot: Bezugspunkte, gelb: Eckpunkte mit GPS-Koordinaten (Quelle: Bericht Vegetationsanalyse 2018)

Zusätzlich zu den 25 m<sup>2</sup> Aufnahmeflächen wurden weitere sieben Versuchsflächen (V1 bis V7) und sechs Kontrollflächen (NV1 bis NV6) für den Einfluss von *Veratrum album* auf die umliegende Flora erstellt (Abbildung 3). Hierzu wurden einzelne Individuen ausgewählt und die Begleitvegetation in einem 35 cm Radius aufgenommen. Anschließend wurde in unmittelbarer Nähe eine Aufnahmefläche ohne *Veratrum album* als Kontrollfläche aufgenommen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Kontrollfläche einen Mindestabstand von 3 m zur nächstliegenden *Veratrum* Pflanzen hatte. Für jede Fläche wurden Artenanzahl, Deckungsgrad, durchschnittliche Wuchshöhe, Ausrichtung/Exposition und Hangneigung erhoben. Im Unterschied zu den 25 m<sup>2</sup> Plots wurden hierbei Bodentyp und Bodenfeuchtigkeit nicht ermittelt.





Abbildung 3: Karte der 2022 neu erhobenen *Veratrum*-Flächen (V1-V7)

## 2.2. Datenanalyse

Die Auswertung der aufgenommenen Daten erfolgt mit dem Statistikprogramm R (R Core Team (2022)). Bevor ein Plot erstellt werden kann, müssen zunächst die Rohdaten sortiert werden. Die Variabilität der Arten in den 15 verschiedenen Plots wurde mit dem Analyseverfahren Detrended correspondence analysis (DCA) ausgewertet.

Hierfür werden die zuvor bestimmten Eigenwerte von DCA1 und DCA2, welche die Aussagekraft darstellen, auf die x- und y-Achsen projiziert.

Der Einfluss der jeweiligen Arten in der Verteilung der Punkte/Plots im Darstellungsraum wird als Pfeile dargestellt.

Hierbei gibt die Länge der einzelnen Pfeile den Beitrag einer einzelnen Art zur gesamten Variabilität wieder. Zusätzlich wird im Plot die Variabilität der 15 Vegetationsaufnahmen abgebildet.

Anhand des Verteilungsmusters der verschiedenen Arten können dann eventuelle Zusammenhänge bezogen auf die Standortbedingungen der einzelnen Plots erkannt

werden. Die Arten einer Clusterbildung werden als spezifische Zeigerpflanzen für Habitatbedingungen zusammengefasst.

Zunächst wurde anhand der Daten vergangener Vegetationsaufnahmen die zeitliche Entwicklung der Vegetation innerhalb der 25 m<sup>2</sup> Plots ermittelt. Untersucht wurde dabei explizit: die (a) Ähnlichkeit der Plots im Verlauf der Jahre, sowie die (b) Entwicklung der Artenzahl und die (c) Entwicklung der *Veratrum album* Deckung innerhalb jedes Plots. Während Erstere anhand einer DCA analysiert wurde, wurden die beiden letzteren durch die Zusammenführung der Vegetationsdaten (Artenzahl bzw. Deckungswert) der vergangenen sowie der diesjährigen Erhebungen ermittelt.

Für die statistische Analyse wurden die Verfahren der numerischen Klassifikation und der Ordination verwendet und für deren Auswertung wurde das Statistikprogramm *R* mit dem package *vegan II* (Oksanen *et al*, 2020) genutzt. Zur statistischen Auswertung der 25 m<sup>2</sup> Aufnahmeflächen, sowie für die Flächen zur Untersuchung des Einflusses von *Veratrum*, wurden die jeweiligen Vegetationsaufnahmen als Artenliste mit den dazugehörigen Deckungsgraden sowie den jeweiligen Standortparametern zur Berechnung verwendet.

Anschließend wurde die Variation der einzelnen Untersuchungsflächen mittels DCA (indirekte Ordination) ermittelt. Zusätzlich wurde dieselbe Analyse im Hinblick auf die vorkommenden Pflanzenarten, sowie den herrschenden Standortbedingungen, durchgeführt, um deren jeweiligen Einfluss zu ermitteln.

Als Vergleichsanalyse zur DCA wurde ebenfalls eine NMDS (Nonmetric multidimensional scaling) durchgeführt, um die Plausibilität der Ergebnisse zu überprüfen. Diese ist jedoch nicht im Ergebnisteil abgebildet, da keine deutlichen Resultate sichtbar waren.

Der Einfluss der Standortparameter auf die Vegetations-Zusammensetzung wurde mittels CCA (Canonical correspondence analysis) (direkte Ordination) ermittelt. Um die Signifikanz der einzelnen Parameter zu überprüfen, wurde zusätzlich ein Permutationstest (Anova) durchgeführt.

Zusätzlich wurde für die 25 m<sup>2</sup> Plots eine Clusteranalyse der Arten nach TWINSPLAN durchgeführt, um die großen Hauptgruppen der Arten und der Plots in Gruppen teilen zu können. Anschließend wurde überprüft, ob diese Gruppen sich ökologisch nach ihrem Standort differenzieren lassen.

Analog zu den oben erwähnten Berechnungen wurden für die Analyse der Veratrum Plots dieselben Schritte ausgeführt, allerdings wurde *Veratrum album* aus der Artenliste entfernt, um eine Verzerrung beim späteren Vergleich der beiden Gruppen (Non Veratrum [NV] und Veratrum [V]) zu vermeiden. Außerdem wurden dieselben Standortparameter für die Analysen verwendet, jedoch ohne die Werte für Bodentyp und Bodenfeuchtigkeit. Zuletzt wurde mithilfe einer DA (Discriminant analysis) evaluiert, ob sich die Aufnahmeflächen mit Veratrum und ohne Veratrum signifikant voneinander unterscheiden. Jedoch war keine Signifikanz zu erkennen, was auf eine zu geringe Anzahl von Vegetationsaufnahmen schließen lässt.

### **2.3. Bewertung der Pflanzensoziologie**

Um die Pflanzengesellschaft festzustellen wurde folgende Fachliteratur zu Rate gezogen: Ellenberg et.al. (2010) sowie Ellmauer & Mucina (1993).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1. Pflanzengesellschaften

##### Feuchte-Bereiche:

Die feuchten Bereiche des Issangers können grob der Pflanzengesellschaft der basenreiche Niedermoore und Kleinseggenriede (*Caricetalia davallianae*) zugeordnet werden.

##### Trockene-Bereiche:

Die Pflanzengesellschaft Almwiesen (Bergwiesen) werden als „*Poo alpinae – Trisetetalia*“, mit den Kennarten von *Agrostis capillaris*, *Campanula scheuchzeri*, *Crepis aurea* und *Phleum rhaeticum* beschrieben. Die Gesellschaften der *Poo-Trisetetalia* bevorzugen tiefgründige, frische, mäßig saure bis baschische Böden vom Typ Braunerde. Diese Ordnung kann zur groben Beschreibung herangezogen werden (Ellmauer, 1993).

Die Analyse der erhobenen Vegetationsdaten mittels DCA zeigt eine deutliche Variation der verschiedenen Aufnahmeflächen (Abbildung 4). Dabei können drei Gruppierungsmuster erkannt werden. Die drei Cluster werden als A, B und C definiert. Während A Zeigerpflanzen eines sauren Standortes enthält, weisen die Arten von Cluster B auf Waldnähe und Cluster C auf Feuchtstandorte hin. Hinsichtlich der Achsen muss berücksichtigt werden, dass die x-Achse eine höhere Wertigkeit im Zusammenhang mit der Darstellung der Variabilität der einzelnen Arten besitzt. Daher werden den Cluster A und C eine höhere Aussagekräftigkeit zugeordnet als Cluster B. Im Vergleich von Cluster A und C fällt auf, dass für Cluster C deutlich mehr Argumente für eine eindeutige Zuordnung der Standortbedingungen spricht. Daher kann die Häufigkeit der Arten im Cluster C als guter Indikator für feuchte Standorte betrachtet werden.

Zudem bestätigt das Verteilungsmuster der Vegetationsaufnahmen P1, P2 und P12 die Zusammengehörigkeit mit den Zeigerpflanzen für Feuchtigkeitsstandorte.

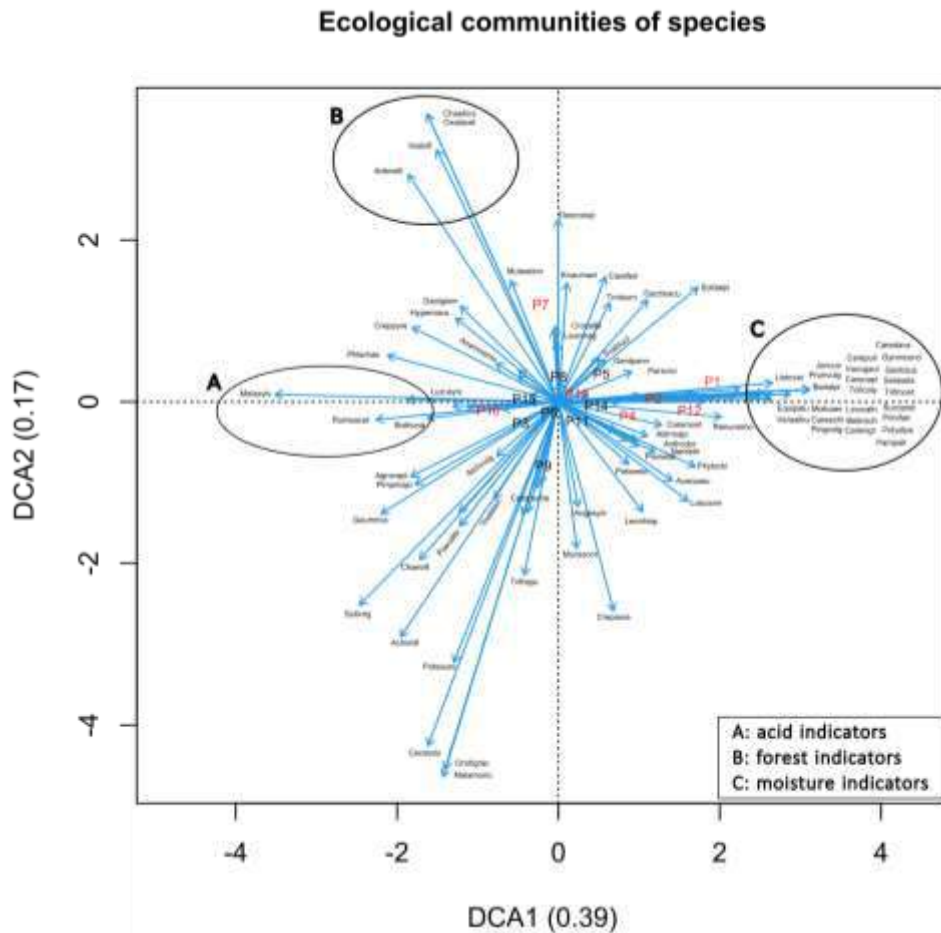


Abbildung 4: Gesellschaftsvariation der verschiedenen Aufnahmeflächen

### 3.2. 25 m<sup>2</sup> Plots

Anhand der TWINSPLAN-Analyse der Artenzusammensetzung lassen sich die Plots in zwei repräsentative Gruppen unterteilen (siehe Anhang: Tabelle 3). Die erste Untergruppe ist jene der moorigen Standorte (P1, P2 und P12), welche einen torfigen Bodentyp sowie eine hohe Bodenfeuchtigkeit aufweisen, die zweite Untergruppe ist jene mit allen restlichen Plots, welche einen eher trockeneren Bodentyp mit einem hohen Lehmanteil aufweisen. Diese Gruppierung ist auch in der DCA gut erkennbar, wobei der Standortparameter Bodenfeuchte in der Analyse sehr stark durch die drei nassen Plots beeinflusst wird (Abbildung 5). Ebenso ist auffällig, dass die feuchten Plots eine höhere Artenzahl beinhalten als die übrigen Plots. Plot 7 ist entlang der DCA 2 weit von den anderen abgetrennt. Aufgrund des geringen Eigenvalues der zweiten Achse ist diese Trennung nicht

zu stark zu werten und wird auch nicht von TWINSPAN als separate Gruppe betrachtet. Aufgrund der geringen Unterschiede wird die CCA nicht weiter betrachtet.

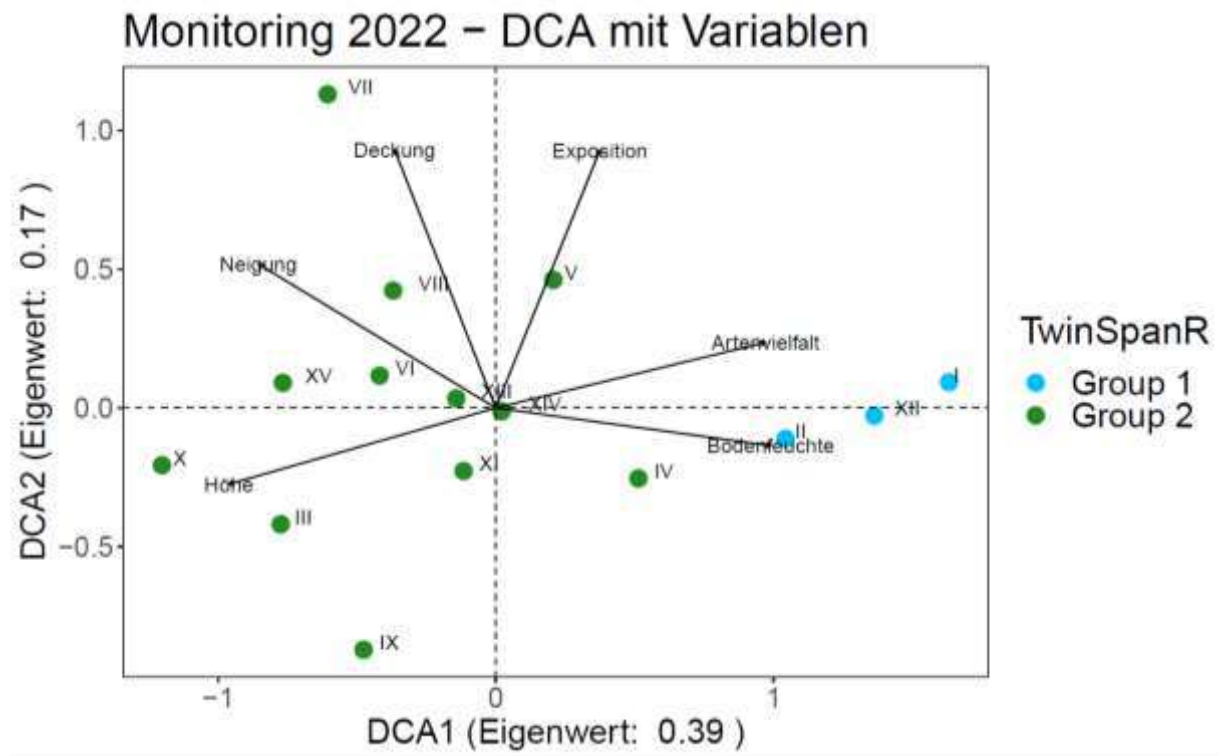


Abbildung 5: Variation (DCA) der Plots (I-XV): Färbung nach Gruppierung der TwinSpanR-Analyse, blau = Gruppe 1, grün = Gruppe 2

### 3.3. Vegetationsentwicklung

Die Resultate der DCA für die Plots aller Erhebungsjahre (2014, 2018, 2022) zeigte, dass sich die meisten Plots im Verlauf der Zeit kaum verändert haben (Abbildung 6). Die Jahreswerte (a, b, c) der allermeisten Plots liegen im Graphen nahe beieinander und unterscheiden sich damit nicht signifikant voneinander. Da die horizontale Achse deutlich mehr an Variation erklärt als die vertikale (vgl. Eigenwerte von 0.39 <-> 0.17), sind vertikale Entfernungen zwischen gleichen Plot Nummern geringer zu bewerten. Andere Plots dagegen zeigen größere Abstände entlang der x-Achse und spiegeln daher eine merkbare Veränderung der enthaltenen Vegetation wider (z.B. Plot 3). Zudem ist ersichtlich, dass die Plots 1, 2 und 12 sich deutlich von den anderen Plots unterscheiden und eine Gruppierung bilden.

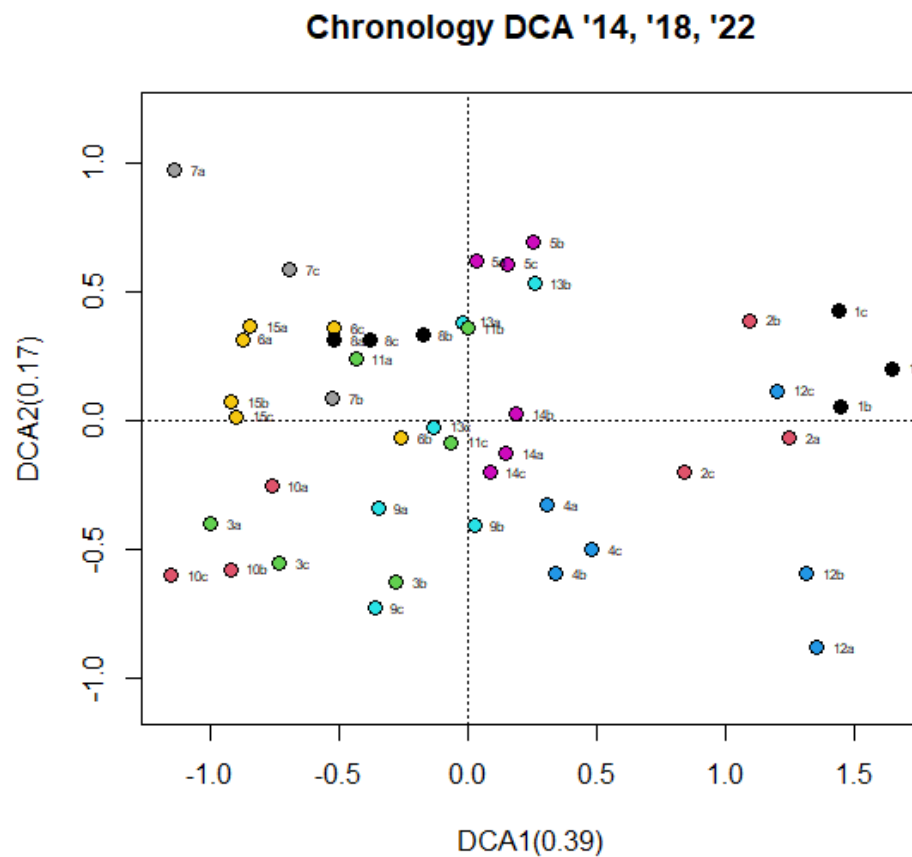
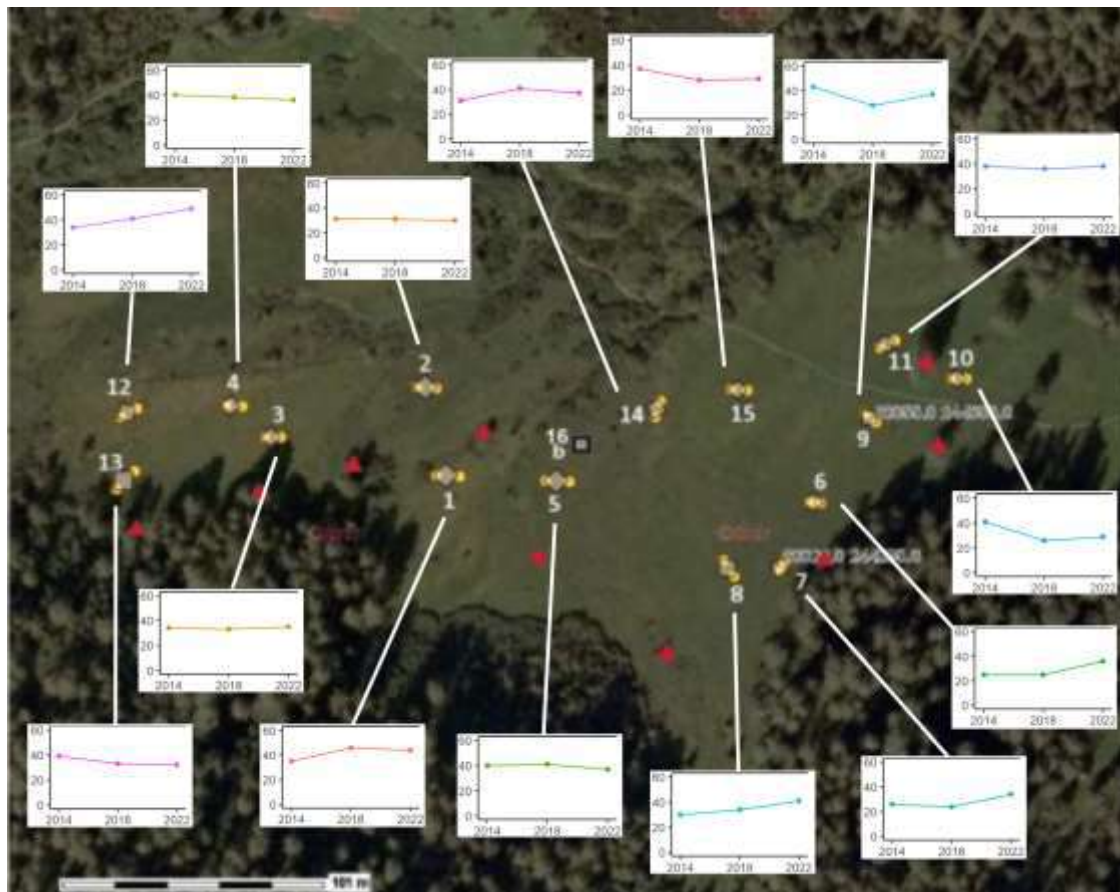


Abbildung 6: Variation der Plots (1-15) im Verlauf der drei Aufnahme-Jahre (a = 2014, b = 2018, c = 2022)

Die Abbildung 7 stellt den Verlauf der Artenvielfalt für die jeweiligen 15 Vegetationsaufnahmen über die Jahre 2014, 2018 und 2022 im Hinblick auf ihre geografische Lage dar. Wie ersichtlich, konnte kein allgemeiner Trend in der Entwicklung der Artenzahl festgestellt werden. In einigen Plots stieg die Artenzahl im Verlauf der Jahre (Plot 6, 7, 8, 12), während sie in anderen nahezu konstant blieb (Plot 2, 3, 5, 11). Auch leichte (Plot 4, 13, 15) bis deutliche (Plot 10) Rückgänge der Artenzahl, sowie schwankende Trends (Plot 1, 9, 14) konnten in der Untersuchung nachgewiesen werden.





### 3.4. Veratrum Plots

Für die Entwicklung der *Veratrum album* Bestände innerhalb der 25 m<sup>2</sup> Plots ergab sich eine stabile Situation seit 2014 (Abbildung 8). Während zwischen den ersten beiden Aufnahmejahren noch eine geringe Zunahme auf niedrigem Niveau (Plot II, III) sowie vereinzelt Erscheinen in neuen Plots (V, VII) zu vermerken ist, kam es seit 2018 in keinem Plot zu einer Zunahme der *Veratrum album* Bestände.

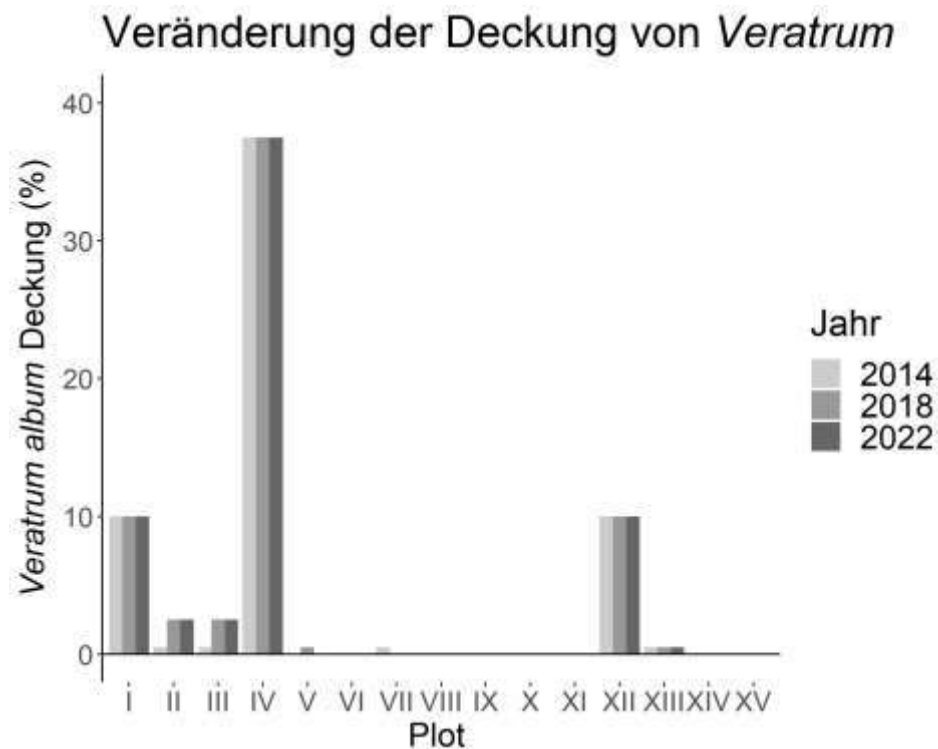


Abbildung 8: Deckung von *Veratrum album* (%) innerhalb der Beobachtungsflächen für die drei Aufnahme-Jahre

Die Analyse der diesjährigen, neu erhobenen *Veratrum*-Aufnahmeflächen zeigte eine deutliche Differenzierung der Artenzusammensetzung zwischen den Plots mit *Veratrum* und den Kontrollflächen (Abbildung 9). Die Plots V5 und NV5 weisen hierbei den stärksten Unterschied zu den anderen Plots auf. Dies zeigt sich anhand des deutlichen Abstands entlang der horizontalen Achse. Innerhalb der restlichen Plots konnte eine weitere Differenzierung in vertikaler Ausrichtung festgestellt werden, welche jedoch weniger ausgeprägt erscheint, da die vertikale Achse einen relativ geringen Eigenwert aufweist und somit weniger Variation darstellt.

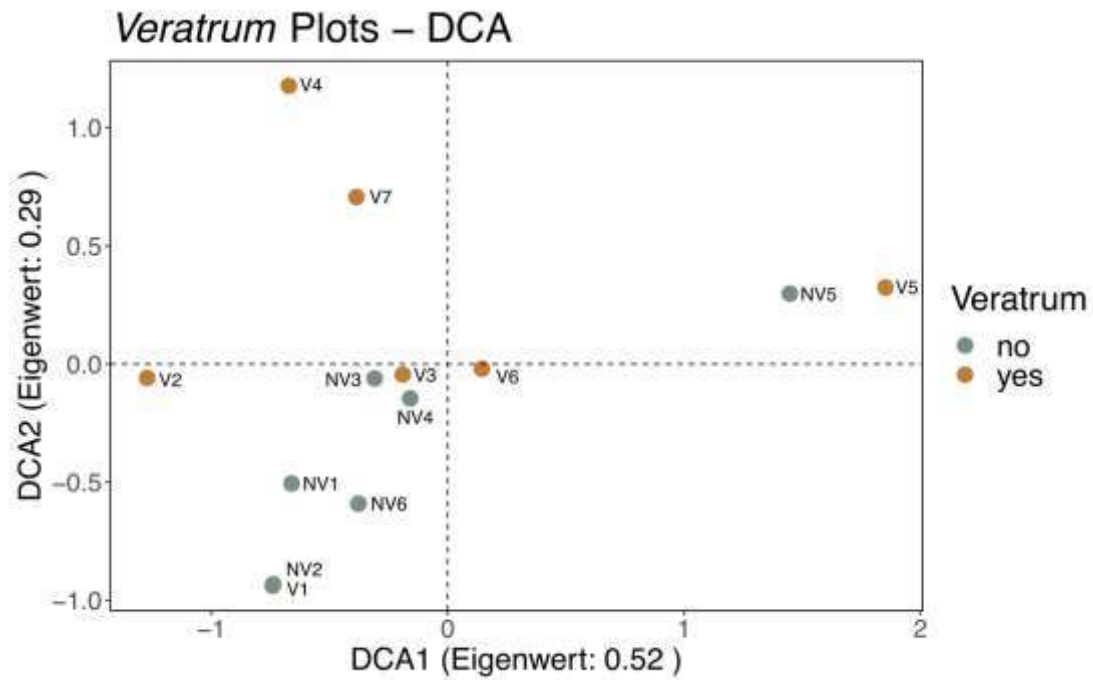


Abbildung 9: Variation (DCA) der neu erhobenen 35 cm Radius Veratrum-Plots: orange = Plots mit Veratrum album, grau = Kontrollflächen ohne V. album

Abbildung 10 zeigt, inwieweit die Präsenz der jeweiligen Arten für die zuvor erwähnte Gruppierung ausschlaggebend ist. Arten wie etwa *Carex ferruginea*, *Leontodon hispidus*, *Luzula multiflora* und *Crepis pyrenaica* weisen in Plots ohne Veratrum (NV) eine höhere Deckung auf als in jenen mit Veratrum (V) und erklären damit die Differenzierung beider Plot-Gruppen in vertikaler Richtung. In gleicher Weise erklärt das Auftreten von beispielsweise *Carex davalliana*, *Knautia maxima* und *Equisetum palustre* die Abgliederung von Plot V5 und NV5.

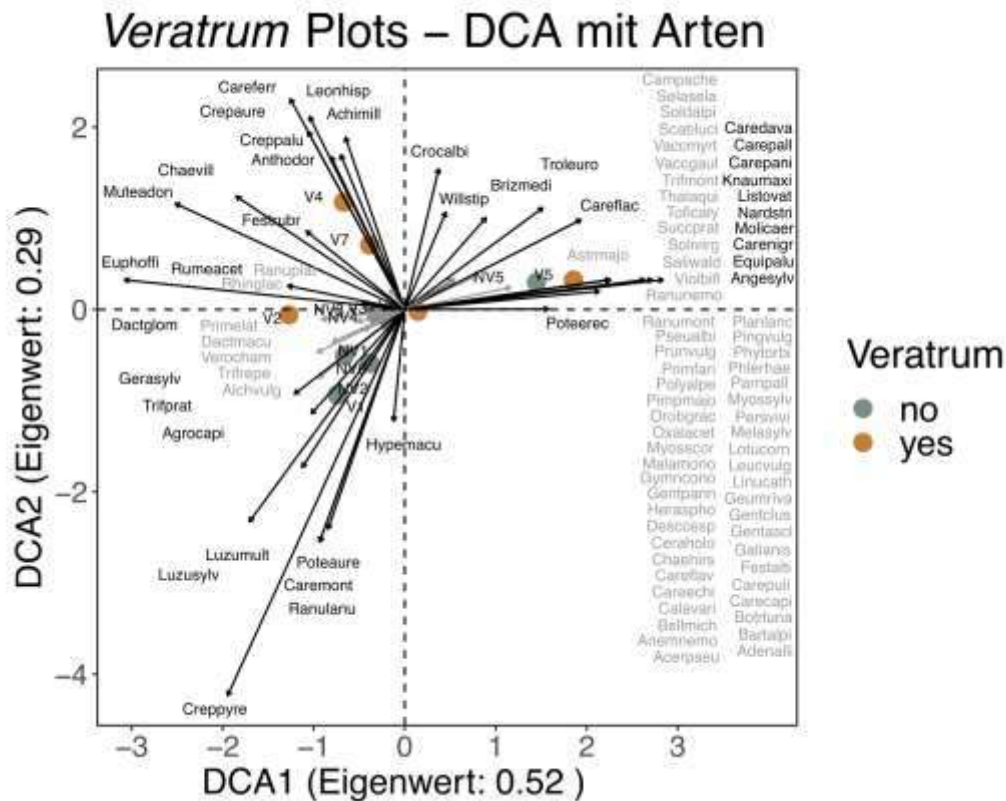


Abbildung 10: Einfluss der Pflanzenarten auf die Gruppierung bzw. Unterschiedlichkeit der Veratrum-Plots: orange = Plots mit *Veratrum album*, grau = Kontrollflächen ohne *V. album*

Die Auswertung der DCA hinsichtlich der Standortparameter zeigte, dass die Artenzahl („Artenvielfalt“), die Exposition und die durchschnittliche Vegetationshöhe („Höhe“) der Plots einen Einfluss auf deren Variabilität hatten und sie diese in erster Linie in vertikaler Ausrichtung (dh. die Differenzierung innerhalb der restlichen Gruppe) beeinflussen (Abbildung 11). Jedoch konnte in der nachfolgenden CCA für keinen Standortparameter eine signifikante Korrelation zur Variabilität der Plots festgestellt werden.

Im Zuge der DA konnte ebenfalls keine statistisch signifikante Differenzierung zwischen den Plots mit und jenen ohne *Veratrum* festgestellt werden. Für aussagekräftigere Ergebnisse in dieser Hinsicht, wäre eine deutlich höhere Anzahl an Plots notwendig, was den Rahmen dieser Projektstudie überschreiten würde.

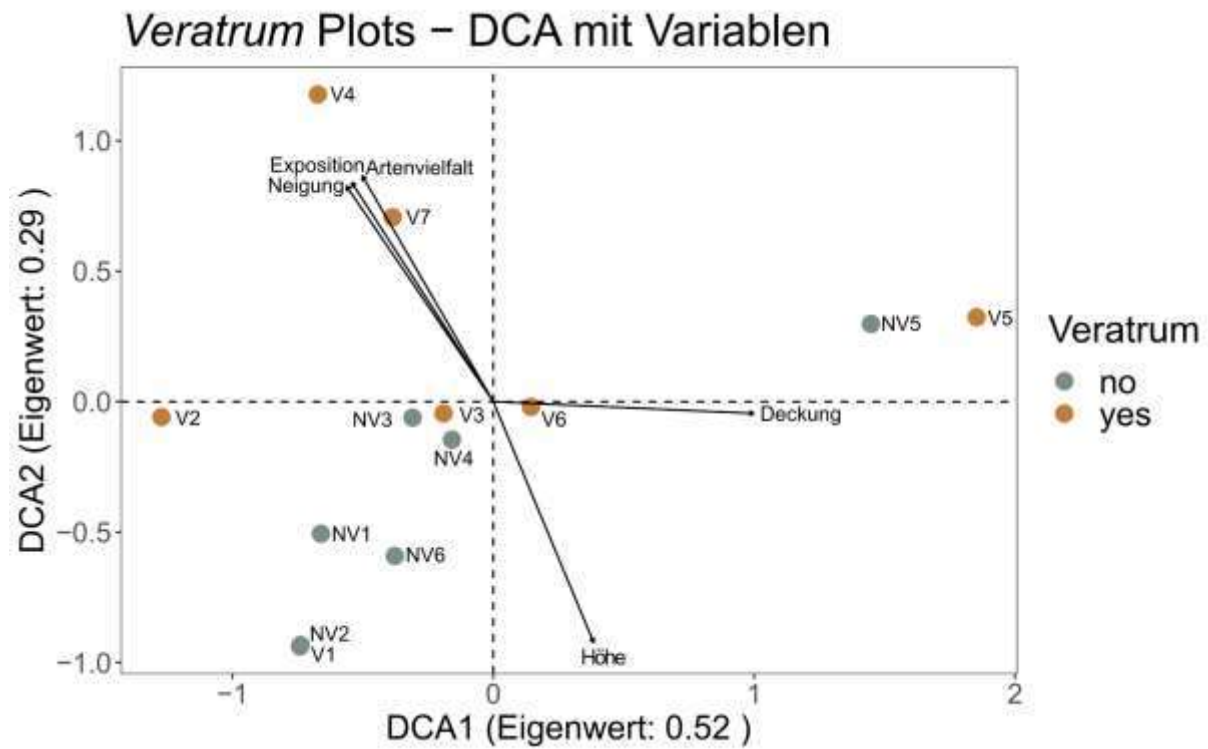


Abbildung 11: Einfluss der Standortparameter auf die Gruppierung bzw. Unterschiedlichkeit der Veratrum-Plots: orange = Plots mit Veratrum album, grau = Plots ohne Veratrum album. Die Richtung eines Pfeils zeigt jene Plots, die sich anhand dieses Standortparameters

## 4 Diskussion

### 4.1. Pflanzensoziologie und Vegetation

Am Issanger kann die Vegetation aus pflanzensoziologischer Sicht in zwei Areale untergliedert werden. Zum einen entsprechen die feuchten Bereiche der Pflanzengesellschaft *Caricetalia davallianae* (Niedermoore und Kleinseggenriede) und andererseits sind die trockeneren Bereiche *Poo alpinae – trisetalia* (Almwiesen u. – weiden) zuzuordnen. Bei näherer Betrachtung lassen sich die Assoziationen aber nicht im engeren Sinn definieren. Vielmehr sind die Pflanzengesellschaften als Übergänge verschiedener Assoziationen zu sehen. Im Folgenden sind von den pflanzensoziologischen Einheiten (Ordnung, Verband, Assoziation) jeweils nur jene Arten herausgegriffen, welche auch in den untersuchten Flächen vorkamen.

Für die feuchten Bereiche kommen zwei Assoziationen in Frage: *Caricetum davallianae* und *Schoenetum ferruginei*. Beide Assoziationen gehören zum Verband *Caricion davallianae* welcher folgende diagnostische Artenkombinationen aufweist: *Carex davalliana*, *C. hostiana*, *C. pulicaris*, *Eriophorum latifolium* und weitere. Dieser Verband umfasst baumfreie Niedermoorgesellschaften basenreicher Standorte von der Planar- bis zur Subalpinstufe. Innerhalb von *Caricion davallianae* ist die Assoziation *Caricetum davallianae* (Davallseggengesellschaft) mit der Kennart *Carex davalliana* und konstante Begleiter wie *Carex panicea*, *C. flava*, *Molinia caerulea*, *Potentilla erecta*, *Equisetum palustre*, *Eriophorum latifolium*, *Parnassia palustris*, *Tofieldia calyculata* und weitere eine passende Kategorie.

Eine weitere passende Assoziation ist *Schoenetum ferruginei* (Gesellschaft der Rostroten Kopfbirse) mit ähnlichen konstanten Begleitern *Molinia caerulea*, *Potentilla erecta*, *Equisetum palustre*, *Eriophorum latifolium*, *Parnassia palustris*, *Primula farinosa*, *Succisa pratensis* u. weitere. Diese Assoziation stellt eine passende Beschreibung der Gesellschaft dar, wobei jedoch die Kennart (*Schoenus ferrugineus*) in keine der aufgenommenen Flächen vorkam.

Das *Caricetum davallianae* ist eine in den mittel- und westeuropäischen Gebirgen weit verbreitete Gesellschaft soligener, mesotroph-subneutral bis kalkreicher Niedermoore mittlerer Höhen. Die ursprünglichen Standorte der Assoziation sind montane Quell- und Rieselfluren.

Das *Schoenetum ferruginei* besiedelt subneutrale bis basenreiche Hangmoore sowie Randbereiche von Seenverlandungen. Extensiv genutzten Streuwiesen mit ausreichender

Wasserzügigkeit gelten für beide Assoziationen als (anthropogen geschaffene) Ersatzstandorte zu deren natürlichen Vorkommen. Da *Succisa pratensis* als starke Variable in den vorliegenden Analysen gilt und da *S. pratensis* sich in *Schoenetum ferruginei* als konstante Begleitart befindet lässt sich *Schoenetum ferruginei* (trotz fehlender Kennart *S. ferruginea*) nicht ganz ausschließen. Die am Issanger vorgefundenen feuchten Flächen befinden sich pflanzensoziologisch daher höchstwahrscheinlich zwischen *Caricetum davallianae* und *Schoenetum ferruginei*.

Für die trockeneren Bereiche des Issangers ist der passende Verband innerhalb der *Poa alpinae* – *Trisetetalia* (Almwiesen) die *Polygono* – *Trisetion* (Gerbirgs – Goldhaferwiesen) mit *Trollius europaeus* und *Crocus albiflorus* als Kennarten sowie *Crepis pyrenaica*, *Geranium sylvaticum*, *Knautia maxima*, *Silene dioica* und weitere. Dieser Verband umfasst eu- bis mesotrophe, intensiv bis wenig genutzte Mähwiesen der oberen montanen bis subalpinen Stufe. Die Böden sind frisch, leicht sauer bis basisch. Innerhalb des Verbandes ist die Pflanzengesellschaft *Astrantio-Trisetetum* (Nordalpine Goldhafer-Wiese) eine Möglichkeit, die vorliegende Pflanzengesellschaft zu beschreiben. Als Trenntaxa sind *Astrantia major*, *Carex montana*, *Listera ovata*, sowie *Luzula sylvatica* und weitere angegeben. Zu den konstanten Begleitern zählen *Agrostis capillaris*, *Alchemilla vulgaris* agg., *Anthoxanthum odoratum* agg., *Campanula scheuchzeri*, *Dactylis glomerata*, *Veronica chamaedrys* und *Geranium sylvaticum*. Goldhaferwiesen mit Sterndolde sind montan bis subalpin in den nördlichen Kalkalpen verbreitet. Die Böden sind frisch, basen- und nährstoffreich, mäßig sauer bis fast neutral.

Für diesen Bereich des Issangers lässt sich sagen, dass grundsätzlich die Klassifizierung mit *Astrantio-Trisetetum* als passend erscheint. Arten wie *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Achillea millefolium*, *Rumex acetosa* und weitere, sind nicht ungewöhnlich, da sie in der übergeordneten Klasse *Molinio* – *Arrhenatheretea* als Kenn taxa ein wichtiges Element bilden (Ellmauer, 1993).

Es noch zu betonen, dass diese Arten auch in gewisser Weise Nährstoffzeiger darstellen. Dies stellt aber keinen Widerspruch mit der Assoziation *Astrantio-Trisetetum* dar, sondern eher ein passendes Bild mit Berücksichtigung des Issangers. Durch die großräumige Senke laufen die Nährstoffe von den umliegenden Bergflanken im Issanger zusammen.



## 4.2. Chronologie

Die DCA der erhobenen Daten aus den Jahren 2014, 2018 und 2022 zeigen eine deutliche Abgrenzung einiger Plots auf. Die daraus ergebene Clusterbildung bestimmter Plots weist auf die Präsenz verschiedener Standortparameter und deren Einfluss auf die Vegetationszusammensetzung hin. So bilden sowohl im Jahr 2014, 2018 und 2022 die Plots 1, 2 und 12 eine deutlich abgegrenzte Gruppe, welche auf die feuchten Standortbedingungen innerhalb der Plots zurückzuführen ist. Zudem liegen die Plots 1 und 2 an Standorten, an welchen das Mähregime nicht greift. Dies wiederum verstärkt die Variabilität der Plots 1 und 2 und die Abgrenzung zu den anderen Plots.

Auch Plot 7 weist eine deutliche Variabilität im Vergleich zu anderen Plots auf, wie die Ergebnisse zeigen. Dies wiederum korreliert mit der Topographie des Standortes, der Nähe zur Waldgrenze und der damit verbundenen Nährstoffzufuhr. Aufgrund der Standortbedingungen ist Plot 7 von einer Saumgesellschaft charakterisiert und grenzt sich mit der spezifischen Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft von anderen Plots ab.

Außerdem ist erwähnenswert, wie dicht die Punkte a (2014), b (2018) und c (2022) der 15 Plots in Abbildung 6 gruppiert sind. Dies spiegelt die Einheitlichkeit der Vegetation über die Jahre wider.

Beim Vergleich der Artenvielfalt über den gesamten Beobachtungszeitraum konnte kein genereller Trend gefunden werden (Abbildung 7). Zwar zeigen einige Plots Zu- bzw. Abnahmen der Artenvielfalt (z.B. Plot 7, 8 und 12), jedoch ist dies wohl eher auf den sogenannten "observer effect" (d.h. Variationen im Ergebnis durch z.B. subjektive Einschätzung von Deckungswerten oder Ungenauigkeiten, sowie die individuelle Artenkenntnis der Studenten), sowie auf lokale Schwankungen der Artenvielfalt zurückzuführen. Insgesamt und insbesondere in Kombination mit der DCA lässt sich hier kein genereller Trend beobachten.

## 4.3. *Veratrum album*

Bezogen auf die Veränderung der Veratrumdeckung der einzelnen Plots über den Erfassungszeitraum von 2014 bis 2022 ist keine signifikante Veränderung des Veratrum-Bestandes zu erkennen. Dies kann einerseits durch den langsamen Entwicklungszyklus sowie der hohen Schnittbeständigkeit von *Veratrum album* begründet werden. Durch das jährliche Mähen wird das Aussamen verringert und der Bestand nimmt weniger stark zu.

Andererseits könnten die geringen, prozentualen Ab- bzw. Zunahmen von *Veratrum album* in den Plots 2, 3, 5 und 7 erneut durch den “observer effect” erklärt werden. Auch die genaue, geographische Replikation der Plots scheint für die Auswertung dieser Bestandsentwicklung ausschlaggebend. Abweichungen hierbei könnten die Analyse zusätzlich verzerren. Die Veränderungen im niedrigen einstelligen Prozentbereich (Abbildung 8) sind daher eher vernachlässigbar bzw. benötigen weitere Untersuchungen in den folgenden Jahren.

Der Vergleich der neu aufgenommenen Flächen zeigt eine tendenziell größere Bestandshöhe bei den Kontrollflächen im Gegensatz zu den Flächen mit *Veratrum*, welche jedoch eine höhere Diversität aufweisen (Abbildung 11). Die größere Bestandshöhe der Kontrollflächen ohne *Veratrum* lässt die Dominanz anderer Arten (zum Beispiel: *Agrostis capillaris*) vermuten. Bei der derzeitigen *Veratrum*-Dichte kann angenommen werden, dass eine andere dominante Art unterdrückt wird, was der Grund für die erhöhte Diversität im Umkreis sein könnte. Die aktuelle *Veratrum*-Dichte stellt diesen Aufnahmen zufolge keine Gefahr für die Diversität dar. Vermutlich würde jedoch eine deutlich höhere *Veratrum*-Dichte die Diversität verringern. Folglich ist auch eine Fortführung der bisherigen Maßnahmen sinnvoll, jedoch eine vollständige Bestandsbeseitigung nicht erforderlich. Im Gegensatz zu einer beweideten oder zur Heugewinnung verwendeten Fläche spielt die Giftigkeit sowie die zunehmende Dominanz durch Beweidung von *Veratrum album* auf dieser Fläche keine Rolle.

Bei den oben gezogenen Rückschlüssen sollte der geringe Stichprobenumfang sowie die ungleichmäßige Verteilung der Probeflächen auf dem Issanger beachtet werden und kann lediglich als grobe Tendenz betrachtet werden. Für eine genauere Einschätzung der Lage wären deutlich mehr Aufnahmeflächen notwendig, als im Rahmen dieser didaktischen Projektstudie möglich waren.

## 5 Literaturangaben

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde. Springer Verlag, Wien.

Bräu, M. (2007): Lungenenzian-Ameisen-Bläuling. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.

Ellenberg, H., Leuschner, C. & Dierschke, H. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer, Stuttgart.

Ellmauer, T. (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 19 Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH, 616 pp. Wien, Österreich.

Essl, F., Egger, F., Karrer, G., Theiss, M. & Aigner, S. (2004). Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs: Grünland, Grünlandbrachen und Trockenrasen; Hochstauden- und Hochgrasfluren, Schlagfluren und Waldsäume; Gehölze des Offenlandes und Gebüsche. UBA-Monographie 167, Umweltbundesamt, Wien.

Fischer, M. A., Oswald, K. & Adler, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. verb. Aufl., Biologiezentrum der oberösterreichischen Landesmuseen, Linz.

Ellmauer, T. & Mucina, L. (1993): Molinio-Arrhenatheretea. In: Mucina, L., Grabherr, G., & Ellmauer, T. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Fischer, Jena, 297 – 401.

Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klölzli, F., Lämmli, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F. H., Theurillat, J., Urmi, E., Vust, M. &

Wohlgemuth, T. (2010): Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern.

Leyer, I. & Wesche, K. (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Springer Berlin.

Mucina, L., Grabherr, G. & Ellmauer, T. [Hrsg. ] (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs Teil I - Anthropogene Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena.

Niklfeld, H. & Schratt-Ehrendorfer, L. (1999): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. In: Niklfeld, H. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Band 10, Graz, austria medien service: 33–152.

Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. Ulmer, Stuttgart.

Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (2020): Futtervielfalt Ergebnisbericht 2019, Futtervielfalt – Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung der Biodiversität durch Almbewirtschaftung. Wien

Peratoner, G. & Resch R. (2012): Weißer Germer. ÖAG-Merkblatt Giftpflanzen 2. Erschienen als Sonderbeilage im Fortschrittlichen Landwirt. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG) Irnding, 2 S.

Quinger, B. (2003): Empfehlungen zur Anwendung verschiedener Mahd- Managements zur Pflege der Streuwiesen im bayerischen Alpenvorland. Moorrenaturierung – Praxis und Erfolgskontrolle. Laufener Seminarbeiträge 1/03. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.

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

Schaffner, U., Nentwig, W. & Braendle, R. (1995): Effect of mowing, rust infection and seed production on C and N reserves and morphology of the perennial *Veratrum album* (Liliales, Melanthiaceae). *Botanica Helvetica* 105: 17-23.

Tasser, E. & Tappeiner, U. (2002): Impact of land use changes on mountain vegetation. *Applied Vegetation Science* 5: 173–184.

Traxler, A., Minarz, E., Englisch, T., Fink, B., Zechmeister, H. & Essl F. (2005): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs: Moore, Sümpfe und Quellfluren Hochgebirgsrasen, Polsterfluren, Rasenfragmente und Schneeböden, Äcker, Ackerraine, Weingärten und Ruderalfluren Zwergstrauchheiden Geomorphologisch geprägte Biotoptypen. UBA-Monographie 174, Umweltbundesamt, Wien.

Umshaus, U. (2000): Geschützte Pflanzen- und Tierarten. Tiroler Landesumweltanwalt, Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Innsbruck.

Ender, M. (1998): Vegetation von gemähten Bergwiesen (Bergmähdern) und deren Sukzession nach Auflassung der Mahd am Hoch-Tannberg (Vorarlberg). *Vorarlberger Naturrundschau* 4: 169-246.

Kleijn, D. & Steinger, T. (2002): Contrasting effects of grazing and hay cutting on the spatial and genetic population structure of *Veratrum album*, an unpalatable, long-lived, clonal plant species. *Journal of Ecology* 90: 360-370.

Landmann, a. (2013): Wildnisareal Tiroler Karwendelgebirge: Naturräumliche und naturkundliche Bedeutung und Besonderheiten. WWF Österreich. LEYER, I. & WESCHE, K. (2007): *Multivariate Statistik in der Ökologie*. Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg.

Mobus, G. (1997): *Geologie der Alpen*. Verlag Sven von Loga, Köln

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Oksanen, J . Blanchet, F. G. Friendly, M. Kindt, R. Legendre, P. McGlinn, D. Minchin, P. R. B. O'Hara, L. Simpson, G. Solymos, P. M. Stevens, H. H. Szoecs, E. and Wagner, H (2020). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Titelbild:

<https://www.bergfex.at/sommer/tirol/touren/wanderung/48616,durch-das-halltal-zum-kleinod-issanger/>

## 6 Anhang

*Tabelle 2: Vegetationstabelle (nach Braun-Blanquet) für den Issanger mit den zwei TWINSpan –Gruppen (0 u. 1): Richness = Artenzahl; Cov= Pflanzendeckung; Height = durchschnittliche Vegetationshöhe; Soil\_type = Bodentyp; Soil\_humidity = Bodenfeuchte; Exp= Exposition; Slope = Hangneigung*



|                               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>  | 2a | 2m | 2m | 1  | 2a | 1  | 2a |    | 1  | 2m | 1  | 2m | 2m | 1  | 1  |
| <i>Astrantia major</i>        | 2m | 2m | 1  |    | 2a |    | +  |    | 1  | 1  | 2a |    |    | 1  |    |
| <i>Briza media</i>            | 1  | 1  | 1  | 2m | 2m | 1  | 2a | 2m | 1  | 2m | 1  |    |    | 1  | 2a |
| <i>Carex montana</i>          | 2m | 2a | 2a | 2a | 1  | 2a |    |    | 2a | 2a | 2a | 2a |    | 2a |    |
| <i>Carex pallescens</i>       | 1  | 2m | 2m |    | 1  | 2a | 1  | +  | 1  |    | 1  |    |    | 1  | 1  |
| <i>Carex flacca</i>           | 2m |    |    |    |    | 2m |    |    | 2m |    | 1  |    |    | 2m |    |
| <i>Crepis aurea</i>           | 1  |    | +  |    | 2m |    | 2a |    | 1  |    |    |    |    |    |    |
| <i>Crocus albiflorus</i>      |    | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 2m | 2m | 2m | +  |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>  | +  |    | 1  | 1  | 2a |    |    |    |    | 1  | +  |    | 2b | 1  |    |
| <i>Dactylorhiza maculata</i>  | 1  | +  | 1  |    | +  | +  |    |    | 1  | +  | +  |    | 1  | 1  | +  |
| <i>Festuca rubra</i>          |    | 2b |    | 1  | 2a | 2m | 1  | 2a | 2b | 2a | 2b | 2b | 2m | 2a | 2a |
| <i>Luzula multiflora</i>      | 1  | 1  | 2m | 2m | 1  | 2m |    |    |    |    | +  |    |    |    | 1  |
| <i>Nardus stricta</i>         | 2m | 2m | 2a |    | 2a | +  | 2a | +  |    | 2a | 3  |    |    |    |    |
| <i>Potentilla erecta</i>      | 2m |    | 2a | 2m | 2a | 2a | 2m | 1  | 2a | 2m | 2a |    |    | 1  | +  |
| <i>Primula elatior</i>        | 1  | +  | 2m | 2m | 1  | +  |    |    | 1  | 2m |    |    | 1  |    | 1  |
| <i>Ranunculus nemorosus</i>   | 2a | 2a | 1  |    | 1  | +  | 1  | 1  | 2a |    | +  |    | 1  | 1  | 1  |
| <i>Trollius europaeus</i>     | 2a | 2b | 2a | 1  | 2a |    | 3  | 2m | 2a | 2a | 2b | 2a | +  | 2b | 2a |
|                               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>    |    |    | r  |    |    |    |    |    |    |    |    | r  |    |    |    |
| <i>Achillea millefolium</i>   |    |    |    |    |    |    | 2m | 1  | +  |    |    |    |    | +  |    |
| <i>Alnus alnobetula</i>       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Anemone nemorosa</i>       |    |    |    | +  |    |    |    |    |    | 1  | r  |    |    |    |    |
| <i>Angelica sylvestris</i>    | 2m |    | 2a | +  | +  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | r  |
| <i>Bellidiastrum michelii</i> |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Betula pendula</i>         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Botrychium lunaria</i>     |    |    |    | +  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| <i>Calamagrostis varia</i>    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |
| <i>Caltha palustris</i>       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Campanula scheuchzeri</i>  |    |    | +  | 2m | 1  |    | 1  | 1  | 2m |    | 1  |    | r  | 1  |    |
| <i>Carex capillaris</i>       | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Carex flava</i>            |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Carex panicea</i>          |    | 1  | +  |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Cerastium holosteoides</i> |    |    |    |    |    |    | 2m | +  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Chaerophyllum hirsutum</i> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2a |    |    |
| <i>Galium anisophyllum</i>    |    |    |    |    |    |    |    |    | r  |    |    |    |    |    |    |
| <i>Gentiana clusii</i>        | r  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Gentiana pannonica</i>     |    |    |    |    | +  |    | r  |    |    |    |    |    |    | r  |    |
| <i>Geum rivale</i>            |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Gymnadenia conopsea</i>    | +  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Heracleum sphondylium</i>  |    |    |    |    | +  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Juncus</i>                 |    | 2m |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Leucanthemum vulgare</i>   |    |    |    |    | +  |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |
| <i>Linum catharticum</i>      |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Lotus corniculatus</i>     | 2m |    | 1  |    | r  |    | 1  |    |    | 1  |    |    | 1  |    |    |
| <i>Malaxis monophyllos</i>    |    |    |    |    |    |    | +  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Melampyrum sylvaticum</i>  |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Myosotis scorpioides</i>   |    |    |    |    | 1  |    | 1  |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| <i>Myosotis sylvatica</i>     |    |    |    |    |    |    |    |    | +  |    |    |    |    |    |    |
| <i>Orobanche gracilis</i>     |    |    |    |    |    |    | +  |    | r  |    |    |    |    |    |    |
| <i>Oxalis acetosella</i>      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| <i>Parnassia palustris</i>    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Persicaria vivipara</i>    |    |    | 1  |    | 2a |    |    |    |    |    | 2m |    |    |    |    |
| <i>Phyteuma orbiculare</i>    | +  | +  | 1  |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |

|                                  |    |  |    |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
|----------------------------------|----|--|----|---|---|----|---|---|--|---|----|---|----|---|
| <i>Pimpinella major</i>          |    |  |    | 1 |   |    |   | + |  |   | +  |   | +  | + |
| <i>Pinguicula vulgaris</i>       |    |  | 1  |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Plantago lanceolata</i>       |    |  |    |   |   |    |   |   |  | + |    |   |    |   |
| <i>Polygala alpestris</i>        | 1  |  |    |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Polygonatum verticillatum</i> |    |  |    |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Potentilla aurea</i>          |    |  |    |   | + | 2a |   |   |  |   | 2m | + |    |   |
| <i>Primula farinosa</i>          | 1  |  |    |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Prunella vulgaris</i>         | 2m |  | 1  |   | 1 |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Pseudorchis albida</i>        |    |  |    |   |   |    |   |   |  |   | +  |   |    |   |
| <i>Ranunculus montanus</i>       |    |  |    |   | 1 | 2a |   |   |  |   |    |   |    | 1 |
| <i>Salix waldsteiniana</i>       |    |  | r  |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Scabiosa lucida</i>           |    |  |    |   |   | 1  |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Selaginella selaginoides</i>  | 2m |  | 1  |   |   |    |   | r |  | + | r  |   | +  |   |
| <i>Soldanella alpina</i>         | 1  |  | 2m |   |   |    |   |   |  |   |    | 1 | 1  |   |
| <i>Solidago virgaurea</i>        |    |  |    |   |   | 1  | 1 |   |  | r |    |   |    |   |
| <i>Thalictrum aquilegifolium</i> |    |  |    |   |   |    |   |   |  |   | +  |   |    |   |
| <i>Trifolium montanum</i>        | 1  |  |    |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Trifolium repens</i>          |    |  |    |   | 1 | 1  |   | 1 |  |   |    |   |    |   |
| <i>Vaccinium gaultherioides</i>  |    |  | 1  |   |   |    |   |   |  |   |    |   |    |   |
| <i>Vaccinium myrtillus</i>       |    |  | +  |   |   | 1  | 1 |   |  | 1 | 2a |   | 2a |   |

Tabelle 3: Artenliste gesamt

|    |                                |                 |     |                                  |                  |
|----|--------------------------------|-----------------|-----|----------------------------------|------------------|
| 1  | <i>Acer pseudoplatanus</i>     | Sapindaceae     | 54  | <i>Leontodon hispidus</i>        | Asteraceae       |
| 2  | <i>Achillea millefolium</i>    | Asteraceae      | 55  | <i>Leucanthemum vulgare</i>      | Asteraceae       |
| 3  | <i>Adenostyles alliariae</i>   | Asteraceae      | 56  | <i>Linum catharticum</i>         | Linaceae         |
| 4  | <i>Agrostis capillaris</i>     | Poaceae         | 57  | <i>Listera ovata</i>             | Orchidaceae      |
| 5  | <i>Alchemilla vulgaris</i>     | Rosaceae        | 58  | <i>Lotus corniculatus</i>        | Fabaceae         |
| 6  | <i>Alnus alnobetula</i>        | Betulaceae      | 59  | <i>Luzula multiflora</i>         | Juncaceae        |
| 7  | <i>Anemone nemorosa</i>        | Ranunculaceae   | 60  | <i>Luzula sylvatica</i>          | Juncaceae        |
| 8  | <i>Angelica sylvestris</i>     | Apiaceae        | 61  | <i>Malaxis monophyllos</i>       | Orchidaceae      |
| 9  | <i>Anthoxanthum odoratum</i>   | Poaceae         | 62  | <i>Melampyrum sylvaticum</i>     | Orobanchaceae    |
| 10 | <i>Astrantia major</i>         | Apiaceae        | 63  | <i>Molinia caerulea</i>          | Poaceae          |
| 11 | <i>Bartsia alpina</i>          | Orobanchaceae   | 64  | <i>Mutellina adonidifolia</i>    | Apiaceae         |
| 12 | <i>Bellidiastrum michelii</i>  | Asteraceae      | 65  | <i>Myosotis scorpioides</i>      | Boraginaceae     |
| 13 | <i>Betula pendula</i>          | Betulaceae      | 66  | <i>Myosotis sylvatica</i>        | Boraginaceae     |
| 14 | <i>Botrychium lunaria</i>      | Ophioglossaceae | 67  | <i>Nardus stricta</i>            | Poaceae          |
| 15 | <i>Briza media</i>             | Poaceae         | 68  | <i>Orobanche gracilis</i>        | Orobanchaceae    |
| 16 | <i>Calamagrostis varia</i>     | Poaceae         | 69  | <i>Oxalis acetosella</i>         | Oxalaceae        |
| 17 | <i>Caltha palustris</i>        | Ranunculaceae   | 70  | <i>Parnassia palustris</i>       | Celastraceae     |
| 18 | <i>Campanula scheuchzeri</i>   | Campanulaceae   | 71  | <i>Persicaria vivipara</i>       | Polygonaceae     |
| 19 | <i>Carex capillaris</i>        | Cyperaceae      | 72  | <i>Phleum rhaeticum</i>          | Poaceae          |
| 20 | <i>Carex davalliana</i>        | Cyperaceae      | 73  | <i>Phyteuma orbiculare</i>       | Campanulaceae    |
| 21 | <i>Carex echinata</i>          | Cyperaceae      | 74  | <i>Pimpinella major</i>          | Apiaceae         |
| 22 | <i>Carex ferruginea</i>        | Cyperaceae      | 75  | <i>Pinguicula vulgaris</i>       | Lentibulariaceae |
| 23 | <i>Carex flacca</i>            | Cyperaceae      | 76  | <i>Plantago lanceolata</i>       | Plantaginaceae   |
| 24 | <i>Carex flava</i>             | Cyperaceae      | 77  | <i>Polygala alpestris</i>        | Polygalaceae     |
| 25 | <i>Carex montana</i>           | Cyperaceae      | 78  | <i>Polygonatum verticillatum</i> | Asparagaceae     |
| 26 | <i>Carex nigra</i>             | Cyperaceae      | 79  | <i>Potentilla aurea</i>          | Rosaceae         |
| 27 | <i>Carex pallescens</i>        | Cyperaceae      | 80  | <i>Potentilla erecta</i>         | Rosaceae         |
| 28 | <i>Carex panicea</i>           | Cyperaceae      | 81  | <i>Primula elatior</i>           | Primulaceae      |
| 29 | <i>Carex pulicaris</i>         | Cyperaceae      | 82  | <i>Primula farinosa</i>          | Primulaceae      |
| 30 | <i>Cerastium holosteoides</i>  | Caryophyllaceae | 83  | <i>Prunella vulgaris</i>         | Lamiaceae        |
| 31 | <i>Chaerophyllum hirsutum</i>  | Apiaceae        | 84  | <i>Pseudorchis albida</i>        | Orchidaceae      |
| 32 | <i>Chaerophyllum villarsii</i> | Apiaceae        | 85  | <i>Ranunculus montanus</i>       | Ranunculaceae    |
| 33 | <i>Crepis aurea</i>            | Asteraceae      | 86  | <i>Ranunculus nemorosus</i>      | Ranunculaceae    |
| 34 | <i>Crepis paludosa</i>         | Asteraceae      | 87  | <i>Rhinanthus glacialis</i>      | Orobanchaceae    |
| 35 | <i>Crepis pyrenaica</i>        | Asteraceae      | 88  | <i>Rumex acetosa</i>             | Polygonaceae     |
| 36 | <i>Crocus albidiflorus</i>     | Iridaceae       | 89  | <i>Salix waldsteiniana</i>       | Salicaceae       |
| 37 | <i>Dactylis glomerata</i>      | Poaceae         | 90  | <i>Scabiosa lucida</i>           | Caprifoliaceae   |
| 38 | <i>Dactylorhiza maculata</i>   | Orchidaceae     | 91  | <i>Selaginella selaginoides</i>  | Selaginellaceae  |
| 39 | <i>Deschampsia cespitosa</i>   | Poaceae         | 92  | <i>Soldanella alpina</i>         | Primulaceae      |
| 40 | <i>Equisetum palustre</i>      | Equisetaceae    | 93  | <i>Solidago virgaurea</i>        | Asteraceae       |
| 41 | <i>Festuca altissima</i>       | Poaceae         | 94  | <i>Succisa pratensis</i>         | Caprifoliaceae   |
| 42 | <i>Festuca rubra</i>           | Poaceae         | 95  | <i>Thalictrum aquilegifolium</i> | Ranunculaceae    |
| 43 | <i>Galium anisophyllum</i>     | Rubiaceae       | 96  | <i>Tofieldia calyculata</i>      | Tofieldiaceae    |
| 44 | <i>Gentiana asclepiadea</i>    | Gentianaceae    | 97  | <i>Trifolium montanum</i>        | Fabaceae         |
| 45 | <i>Gentiana clusii</i>         | Gentianaceae    | 98  | <i>Trifolium pratense</i>        | Fabaceae         |
| 46 | <i>Gentiana pannonica</i>      | Gentianaceae    | 99  | <i>Trifolium repens</i>          | Fabaceae         |
| 47 | <i>Geranium sylvaticum</i>     | Geraniaceae     | 100 | <i>Trollius europaeus</i>        | Ranunculaceae    |
| 48 | <i>Geum rivale</i>             | Rosaceae        | 101 | <i>Vaccinium gaultherioides</i>  | Ericaceae        |
| 49 | <i>Gymnadenia conopsea</i>     | Orchidaceae     | 102 | <i>Vaccinium myrtillus</i>       | Ericaceae        |
| 50 | <i>Heracleum sphondylium</i>   | Apiaceae        | 103 | <i>Veratrum album</i>            | Ericaceae        |
| 51 | <i>Hypericum maculatum</i>     | Hypericaceae    | 104 | <i>Veronica chamaedrys</i>       | Plantaginaceae   |
| 52 | <i>Juncus sp.</i>              | Juncaceae       | 105 | <i>Viola biflora</i>             | Violaceae        |
| 53 | <i>Knautia maxima</i>          | Caprifoliaceae  | 106 | <i>Willemetia stipitata</i>      | Asteraceae       |

*Tabelle 4: Standorte der Teilflächen mit Meereshöhe [m], Koordinaten, Entfernung [m] und Ausrichtung [°] der jeweiligen Ausgangspunkte.*

|                        | <b>Meereshöhe<br/>(m)</b> | <b>Koordinaten</b>            | <b>Meter</b> | <b>Ausrichtung<br/>(°)</b> | <b>Ausgangspunkt</b>    |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Fläche 1<br/>NO</b> | 1595                      | N47°19'55.8"<br>E11° 28'9.7"  | 16.2         | 28                         | Baum 1 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 1<br/>SW</b> | 1595                      | N47°19'55.8"<br>E11° 28'10.1" | 22.8         | 40                         | Baum 1 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 2<br/>NO</b> | 1594                      | N47°19'56.9"<br>E11° 28'9.7"  | 45.25        | 50                         | Baum 2 ( <i>Picea</i> ) |
| <b>Fläche 2<br/>SW</b> | 1594                      | N47°19'56.9"<br>E11°28'9.4"   | 42.7         | 42                         | Baum 2 ( <i>Picea</i> ) |
| <b>Fläche 3<br/>NW</b> | 1601                      | N47°19'56.3"<br>E11°28'6.9"   | 26.6         | 358                        | Baum 3 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 3<br/>SO</b> | 1601                      | N47°19'56.3"<br>E11°28'6.6"   | 21.25        | 15                         | Baum 3 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 4<br/>NW</b> | 1603                      | N47°19'56.7"<br>E11°28'6.2"   | 36.3         | 340                        | Baum 3 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 4<br/>SO</b> | 1603                      | N47°19'56.7"<br>E11°28'5.9"   | 26.1         | 350                        | Baum 3 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 5<br/>SO</b> | 1596                      | N47°19'55.7"<br>E11°28'12.1"  | 34.1         | 115                        | Baum 1 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 5<br/>NW</b> | 1596                      | N47°19'55.7"<br>E11°28'11.7"  | 30.9         | 127                        | Baum 1 ( <i>Larix</i> ) |

|                         |      |                              |      |     |                           |
|-------------------------|------|------------------------------|------|-----|---------------------------|
| <b>Fläche 6<br/>NW</b>  | 1596 | N47°19'55.4"<br>E11°28'16.7" | 44.3 | 62  | Baum 4 b ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 6<br/>SO</b>  | 1596 | N47°19'55.4"<br>E11°28'16.5" | 51,1 | 62  | Baum 4 b( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 7<br/>NO</b>  | 1602 | N47°19'54.9"<br>E11°28'16.4" | 20   | 251 | Baum 5 ( <i>Picea</i> )   |
| <b>Fläche 7<br/>SW</b>  | 1602 | N47°19'54.5"<br>E11°28'16"   | 27.3 | 251 | Baum 5 ( <i>Picea</i> )   |
| <b>Fläche 8<br/>NO</b>  | 1604 | N47°19'54.7"<br>E11°28'15.1" | 43.8 | 41  | Baum 6 ( <i>Picea</i> )   |
| <b>Fläche 8<br/>SW</b>  | 1604 | N47°19'54.7"<br>E11°28'14.9" | 37.7 | 34  | Baum 6 ( <i>Picea</i> )   |
| <b>Fläche 9<br/>NO</b>  | 1588 | N47°19'56.5"<br>E11°28'17.5" | 28.7 | 124 | Baum 4 b( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 9<br/>SW</b>  | 1588 | N47°19'56.4"<br>E11°28'17.7" | 22.7 | 120 | Baum 4 b( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 10<br/>NO</b> | 1581 | N47°19'56.9"<br>E11°28'19.4" | 18.8 | 100 | Baum 4 a( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 10<br/>SW</b> | 1581 | N47°19'56.9"<br>E11°28'19.1" | 13.4 | 115 | Baum 4 a( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 11<br/>NO</b> | 1581 | N47°19'57.4"<br>E11°28'18.1" | 9.7  | 285 | Baum 4 a( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 11<br/>SW</b> | 1581 | N47°19'57.3"<br>E11°28'17.8" | 15.3 | 300 | Baum 4 a( <i>Larix</i> )  |
| <b>Fläche 12<br/>NO</b> | 1609 | N47°19'56.7"<br>E11°28'4.3"  | 56.4 | 305 | Baum 3 ( <i>Larix</i> )   |

|                         |      |                              |       |      |                         |
|-------------------------|------|------------------------------|-------|------|-------------------------|
| <b>Fläche 12<br/>SW</b> | 1609 | N47°19'56.6"<br>E11°28'4"    | 62.3  | 305  | Baum 3 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 13<br/>NO</b> | 1612 | N47°19'55.9"<br>E11°28'4.2"  | 18.8  | 12   | Baum 7 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 13<br/>SW</b> | 1612 | N47°19'55.7"<br>E11°28'3.9"  | 16.2  | 15   | Baum 7 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 14<br/>NO</b> | 1591 | N47°19'56.7"<br>E11°28'13.8" | 99.75 | 95.2 | Baum 6 ( <i>Picea</i> ) |
| <b>Fläche 14<br/>SW</b> | 1591 | N47°19'56.5"<br>E11°28'13.7" | 95.2  | 355  | Baum 6 ( <i>Picea</i> ) |
| <b>Fläche 15<br/>NO</b> | 1590 | N47°19'56.8"<br>E11°28'15.4" | 62.8  | 260  | Baum 8 ( <i>Larix</i> ) |
| <b>Fläche 15<br/>SW</b> | 1590 | N47°19'56.8"<br>E11°28'15.1" | 69.5  | 257  | Baum 8 ( <i>Larix</i> ) |





Abb. I: Zeigt Baum 1, welcher als Ausgangspunkt für die Flächen 1, 5 und 16 dient



Abb. II: Zeigt Baum 2, welcher als Ausgangspunkt für Fläche 2 dient.



Abb.III: Baum 3, welcher als Ausgangspunkt für Fläche 3, 4 und 12 dient



Abb. IV: Baum 4, welcher als ausgangspunkt für die Flächen 6 und 9 dient.

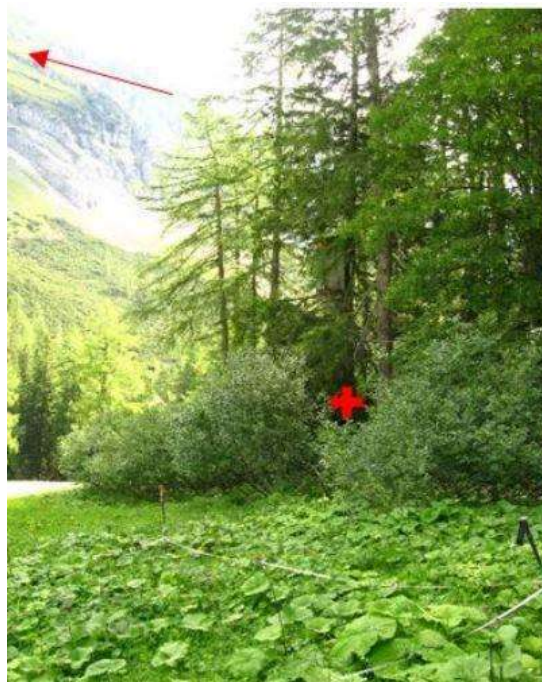


Abb. V: Baum 5, welcher als Ausgangspunkt für die Fläche 7 dient





Abb. VI: Baum 6, welcher als Ausgangspunkt für die Flächen 8 und 14 dient



Abb. VII: Baum 7, welcher als Ausgangspunkt für die Fläche 13 dient



Abb. VIII: Baum 8, welcher als Ausgangspunkt für die Fläche 10, 11 & 15 dient



Abb. IX & X: Übersicht über die Untersuchungsflächen am Issanger