

# **Veränderungen der Feuchtflächen am Issanger (Halltal, Tirol, Österreich)**

Institut für Botanik, Universität Innsbruck

Sternwartestraße 15, 6020 Innsbruck

Oktober 2018

Katharina Ramskogler

1. Einleitung.....	1
2. Untersuchungsgebiet .....	2
3. Material und Methoden .....	3
3.1. Auffinden der Flächen .....	3
3.2. Vegetationsaufnahmen .....	4
3.3. Statistische Auswertungen, Klassifikationen und Ordinationen .....	5
4. Ergebnisse.....	6
4.1. Artenvielfalt.....	6
4.2. Veränderung der Artengarnitur .....	7
4.2.1. Klassifikation und Ordination aller Aufnahmen am Issanger .....	7
4.2.2. Ordinationen der Feuchtflächen .....	9
4.3. Geschützte Arten.....	14
4.4. Problematische Art – <i>Veratrum album</i> ssp. <i>lobelianum</i> .....	15
5. Diskussion.....	15
6. Zusammenfassung.....	16
7. Danksagung .....	16
8. Literatur .....	17
9. Anhang.....	19
Fotodokumentation .....	22

## 1. Einleitung

Der Issanger liegt im Halltal und gehört zum Naturpark Karwendel. Diese Flächen zählen zu den größten erhaltenen Grünflächen in diesem Naturpark. Der Issanger wurde zur Zeit des Salzbergbaus bis 1968 für die Viehhaltung genutzt. Nach 1968 erfolgte nur mehr gelegentlich Mahd bzw. Beweidung. Der Naturpark Karwendel führt nun aber seit mehreren Jahren Pflegemaßnahmen durch: etwa alle zwei Jahre werden die Flächen gemäht, um die Verbuschung in Grenzen zu halten.

Die Feuchtfelder am Issanger sind auf Grund ihrer Artengarnitur zu den kalkreichen Niedermooren zu zählen (SANSONE & ERSCHBAMER 2014), die laut TRAXLER et al. (2005) zu den FFH-Lebensraumtypen gehören. Charakteristisch für diesen Vegetationstyp sind niederwüchsige Seggen wie *Carex nigra* (Braune Segge) oder *Carex davalliana* (Davalls Segge), Kräuter und Moose. Es können aber auch höherwüchsige Wiesenpflanzen wie *Succisa pratensis* (Teufelsabbiss) oder *Molinia caerulea* (Pfeifengras; ELLMAUER 2005) vorkommen. Gefährdet sind diese Lebensräume durch Verbuschung, Nutzungsintensivierung, Entwässerung oder Betritt durch Menschen oder schwere Weidetiere (ELLMAUER 2005). Ein Problem, das sich am Issanger darstellt, ist die Einwanderung von *Veratrum album* ssp. *lobelianum*, auch in die Bereiche mit den kalkreichen Niedermooren (Abb. 1). *Veratrum album* zählt zu den problematischen Arten, da es für Tiere giftig ist (PERATONER & RESCH 2012). *Veratrum album* kann rasch eine hohe Deckung erreichen und dadurch die ursprüngliche Vegetation verdrängen (TROXLER & ROUEL 1987, PERATONER & RESCH 2012).

Die Vegetationsaufnahmen 2018 dienen der Bestandsaufnahme der aktuellen Vegetation und auch einem Vergleich mit den Vegetationsaufnahmen aus dem Jahr 2014. Mit der Wiederholung der Aufnahmen sollte untersucht werden, ob und wie sich die empfohlenen Pflegemaßnahmen auf die Flächen auswirkten.



Abb. 1: Aufnahmefläche 20 zeigt, dass *Veratrum album* zunehmend auch in die kalkreichen Niedermoore einwandert (Foto: Ramskogler).

Im Zuge der Wiederholung der Vegetationsaufnahmen sollten folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- a) Wie veränderten sich die Artenzahlen zwischen 2014 und 2018? Kam es zu einer Veränderung der Artengarnitur?
- b) Wie wirkte sich die Häufigkeit der Mahd auf die Artenzahlen aus?
- c) Kam es bei geschützten Arten zu einer Veränderung der mittleren Deckung?
- d) Gibt es Veränderungen der mittleren Deckung von *Veratrum album* ssp. *lobelianum*?

## 2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 2) wurde bereits im Bericht über die Vegetationskundlichen Untersuchung der Feuchtflächen am Issanger (Halltal, Tirol, Österreich) (SANSONE & ERSCHBAMER 2014) ausführlich beschrieben. Abb. 3 zeigt ein Orthophoto des Untersuchungsgebietes mit den unterschiedlichen Teilgebieten und in welchen Jahren sie gemäht wurden.



Abb. 2: Untersuchungsgebiet mit Blick Richtung Nordwesten (Foto: Katharina Ramskogler).

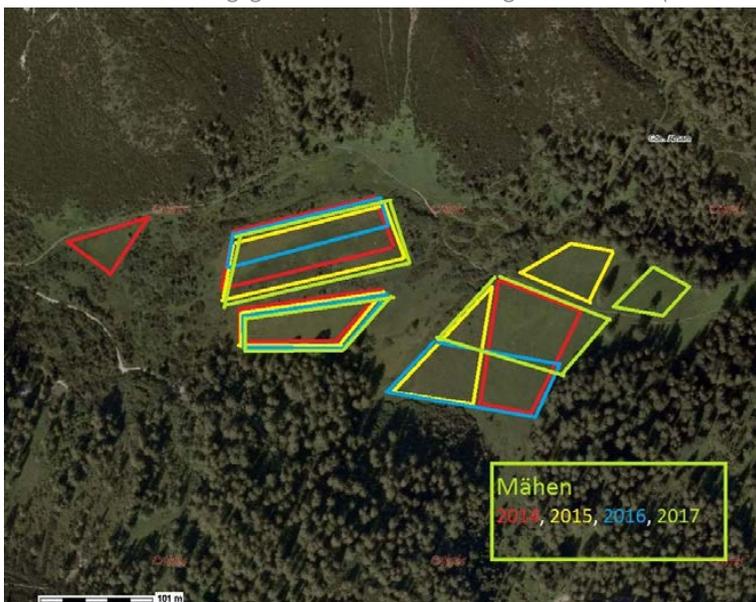


Abb. 3: Übersicht über die Flächen, die gemäht wurden: rot 2014, gelb 2015, blau 2016 und grün 2017 (Quelle: Mag. Hermann Sonntag).

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Auffinden der Flächen

Im Jahr 2014 wurden acht quadratische Flächen mit einer Größe von 5 x 5 m angelegt (Abb. 4). Bei diesen Flächen wurden jeweils zwei diagonal liegende Eckpunkte mit einem Aluminiumrohr und einem darin eingelassenen Nagel markiert. Dies diente dazu, die Flächen dauerhaft zu markieren. Zusätzlich wurde von einem Referenzpunkt (Tab. 1) die Entfernung und der Winkel zu diesen beiden Eckpunkten, in der Regel die NO- und SW-Ecke, gemessen. So wurde ein Auffinden der Eckpunkte sichergestellt. Als Referenzpunkte dienten Bäume oder größere Felsen. An den Bäumen wurden zusätzlich mit Farbe Markierungen angebracht. Außerdem wurden noch die Koordinaten der Referenzpunkte aufgenommen.

Tab. 1: Koordinaten der Referenzpunkte der Aufnahmeflächen.

Aufnahmenummer	Referenzpunkt	Koordinaten
<b>16</b>	Larix	N47°19'57.1" /E 11°28'4.8"
<b>17</b>	Eberesche	N47°19'57.5"/E 11°28'5.7"
<b>18</b>	Picea	N47°20'00.2"/E11°28'7.6"
<b>19</b>	Picea	N47°20'00.2"/E11°28'7.6"
<b>20</b>	Picea	N47°20'00.2"/E11°28'7.6"
<b>21</b>	großer Stein	N47°19'58.9"/E11°27'58.1"
<b>22</b>	großer Stein	N47°19'58.9"/E11°27'58.1"
<b>23</b>	Larix	N47°19'56.3"/E11°28'10.5"

Um die Flächen aus dem Jahr 2014 auch 2018 kontrollieren zu können, wurden die Eckpunkte mittels Ausmessens, mit Hilfe von Kompass (Recta DP 6®) und Maßband (CONNEX Bandmaß® 30m), von den Referenzpunkten aus aufgesucht. Zusätzlich wurden diese Eckpunkte noch mit einem Metalldetektor (Garrett ACE 250 Metalldetektor®) überprüft und danach mit kleinen Plastikstangen markiert. Anschließend wurde die Fläche von 5 x 5 m ausgemessen und die beiden anderen Eckpunkte ebenfalls mit einer Plastikstange (Netz- und Folienhalter FloraSelf®) markiert. Für die NO- und SW-Ecke wurden 2018 auch die GPS-Koordinaten (GARMIN eTrex® 10) festgehalten (Tab. 2). Das Maßband wurde während der Vegetationsaufnahmen belassen. Die Markierungen wurden nach Abschluss der Vegetationsaufnahmen wieder entfernt. In Abb. 4 sind die Aufnahmeflächen zu sehen. 2018 wurde zusätzlich noch eine Vegetationsaufnahme in der Fläche gemacht, in der *Veratrum album* schon einmal ausgestochen wurde, um ein Arteninventar zu haben und Veränderungen zukünftig nachvollziehen zu können.



Abb. 4: Orthofoto mit den Aufnahmeflächen (grün), rot = Eckpunkte, violett = Referenzpunkte (die Rechtecke entsprechen nicht der Größe von 5x5 m).

Tab. 2: Lage und Entfernung der Eckpunkte der Aufnahmeflächen.

Aufnahme-nummer	Entfernung NO [m]	Winkel NO [°]	Entfernung SW [m]	Winkel SW [°]	Koordinaten NO	Koordinaten SW
16	8.9	43	7.35	346	N47°19'57.3"/E11°28'05.1"	N47°19'57.4"/E11°28'04.8"
17	18.8	5	13.75	336	N47°19'57.6"/E11°28'05.9"	N47°19'57.6"/E11°28'05.5"
18	18.77	188	18.6	172	N47°19'59.7"/E11°28'07.2"	N47°19'59.5"/E11°28'07.1"
19	11.7	153	10.7	185	N47°19'59.8"/E11°28'07.8"	N47°19'59.9"/E11°28'07.6"
20	8.4	314	9.4	314	N47°20'00.4"/E11°28'07.3"	N47°20'00.7"/E11°28'07.2"
21	19.5	294	19.6	270	N47°19'59.3"/E11°27'57.2"	N47°19'59.1"/E11°27'57.1"
22	9.9	85	4.3	136	N47°19'58.8"/E11°27'58.5"	N47°19'57.6"/E11°28'05.5"
23	12.3	245	17.1	237	N47°19'56.3"/E11°28'09.9"	N47°19'56.2"/E11°28'09.9"
24					N 47°19'59.1"/E11°28'08.2"	N47°19'59.3"/E11°28'08.4"

### 3.2. Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt. Die Artmächtigkeit der einzelnen Arten wurde mit der erweiterten Aufnahmeskala nach REICHELDT & WILMANN (1973, Tab. 3) geschätzt. In jeder Aufnahme wurden neben der Gesamtdeckung, die Deckung der Strauch- und Krautschicht sowie die Deckung der Moose und die mittlere Wuchshöhe geschätzt. Für die Benennung der Pflanzen wurde FISCHER et al. (2008) verwendet. Einige Arten wurden auf Grund von Differenzen in der Nomenklatur zwischen 2014 und 2018 als Aggregat (agg.) zusammengefasst. Die Moose wurden als Moose sp. zusammengefasst und nicht bestimmt. Einige Arten konnten nicht auf Artniveau bestimmt werden (Angabe: sp.). Die Aufnahmen aus dem Jahr 2014

wurden mit Ziffern und a (z.B. 14a) nummeriert, diejenigen aus dem Jahr 2018 mit der Ziffer und b (z.B. 14b). Die Aufnahme 16 der Projektstudie 2018 (GEIER et al. 2018) wurde hier als 25b bezeichnet, da es zu einer Überschneidung der Bezeichnungen kam.

Tab. 3: erweiterte Aufnahmeskala nach REICHELT & WILMANN (1973) und die gemittelten Deckungswerte nach VAN DER MAAREL 1979.

	<b>Individuen-Zahl (Abundanz)</b>	<b>Deckung (Dominanz)</b>	<b>Mittlere Artmächtigkeit</b>
<b>r</b>	1, sehr sporadisch	< 5%	0,02
<b>+</b>	2-5	< 5%	0,1
<b>1</b>	6-50	< 5%	2,5
<b>2m</b>	>50	< 5%	5
<b>2a</b>	beliebig	5-15 %	8,75
<b>2b</b>	beliebig	16-25 %	18,75
<b>3</b>	beliebig	26-50%	37,5
<b>4</b>	beliebig	51-75 %	62,5
<b>5</b>	beliebig	16-100%	87,5

### 3.3. Statistische Auswertungen, Klassifikationen und Ordinationen

Die statistischen Analysen und Graphiken wurden mit dem Package tidyverse, R package version 1.2.1. (WICKHAM 2017) in RStudio Version 1.1.453 – © 2009-2018 RStudio, Inc. durchgeführt. Um die Unterschiede in den Artenzahlen, der Deckung von *Veratrum album* und der Gesamtdeckung zwischen den Jahren 2014 und 2018 aufzeigen zu können, wurde ein t-Test durchgeführt. Die Mahdhäufigkeit ist mit 0, 1, 2, 3 und 4 bezeichnet worden. Null bedeutet, dass zwischen 2014 und 2018 gar nicht gemäht wurde, eins eine einmalige Mahd in diesen vier Jahren und so weiter. Um die Auswirkungen der Mahdhäufigkeit auf die Artenzahlen zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Für die statistische Analyse der Deckungsänderung von *Veratrum album* und der geschützten Arten wurden die Artmächtigkeitsklassen nach REICHELT & WILMANN (1973) in die entsprechenden Deckungsmittelwerte nach VAN DER MAAREL 1979 (Tab. 3) umgewandelt. Die Zeigerwerte nach Ellenberg (ELLENBERG et al. 1992) für die einzelnen Aufnahmeflächen wurden in JUICE© berechnet.

Für die Klassifikationen wurden die Vegetationsaufnahmen mit Hilfe von TURBOVEG für Windows (Ver.2.98, 2012) importiert. Die Klassifikation der Daten erfolgte mit der sogenannten Two Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN für Windows 2.3©). TWINSPAN arbeitet mit wiederholten Korrespondenzanalysen, wobei der gesamte Datensatz zunächst in zwei Gruppen geteilt wird (LEYER & WESCHE 2007, ŠMILAUER & LEPŠ). Dabei erhält man eine rechte (positive) und eine linke (negative) Seite. Die dabei entstanden Gruppen werden in den weiteren Schritten geteilt. Für jede Art und Artmächtigkeit werden Pseudospecies gebildet; die Artmächtigkeit wird durch „cut levels“ (1, 2, 3, 4, 8, 18, 68) abgebildet (LEYER & WESCHE 2007). Um die Vegetationstabelle besser zu strukturieren, wurde sie in Excel©, nach fallender Stetigkeit (Stetigkeitsklassen, Tab. 4), nachgeordnet. Die Stetigkeitsklassen wurden in JUICE© errechnet. Für die TWINSPAN-Analysen wurden auch die Aufnahmen aus den Projektstudien des Instituts für Botanik der Universität Innsbruck von 2014 und 2018 miteinbezogen.

Tab. 4: Stetigkeitsklassen.

Häufigkeit [%]	Stetigkeitsklassen
0	0
1-20	I
>20-40	II
>40-60	III
>60-80	IV
>80-100	V

Im nächsten Schritt wurden mit CANOCO 5© Korrespondenzanalysen durchgeführt, um den Einfluss der Umweltfaktoren darstellen zu können. Zuerst wurde ein Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) durchgeführt, wobei die Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung mit der Bray-Curtis-Distanz gemessen wird. Danach wurden eine Principal Component Analysis (PCA) und eine RDA (Redundancy Analysis) durchgeführt. Diese beiden linearen Modelle wurden von CANOCO 5© ausgewählt, da die Gradientenlänge < 3 SD (standard deviation) betrug. Für alle Umweltvariablen wurde ein Permutationstest, u.z. der Monte-Carlo-Test mit 1999 Wiederholungen, durchgeführt. Die Daten wurden von CANOCO 5© logarithmisch transformiert. In einem weiteren Schritt wurden die Aufnahmen der Projektstudie 2018 mit einbezogen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Artenvielfalt

In den neun untersuchten Flächen waren insgesamt 86 Arten vorhanden (Anhang Tab. II). Die Gesamtartenzahl stieg vom Jahr 2014 bis zum Jahr 2018 um 23 Arten an. Ein Vergleich der Artenzahlen in den unterschiedlichen Aufnahmeflächen (Abb. 5) zeigte in allen Flächen, bis auf die Flächen 19 und 20, eine Zunahme der Artenzahlen innerhalb der vier Jahre. Diese Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,1716$ ). Der größte Zuwachs an Arten war in den Aufnahmeflächen 18, 21, 22 und 23 mit Werten zwischen +10 und +15 Arten. Ein Verlust von sechs Arten wurde in der Aufnahmefläche 20 festgestellt.

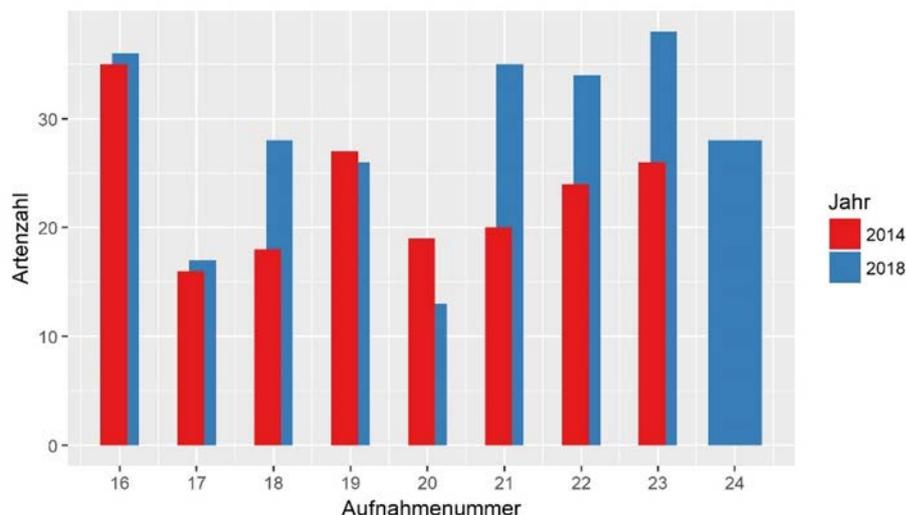


Abb. 5: Vergleich der Artenzahlen in den Aufnahmeflächen für die Jahre 2014 und 2018. Die Unterschiede waren nicht signifikant.



Die PCA aller Aufnahmen bestätigte ebenfalls klar die erste Teilung der TWINSPAN-Analyse. Die erste Achse hatte einen Eigenvalue von 0,2809 und die zweite Achse von 0,0845.

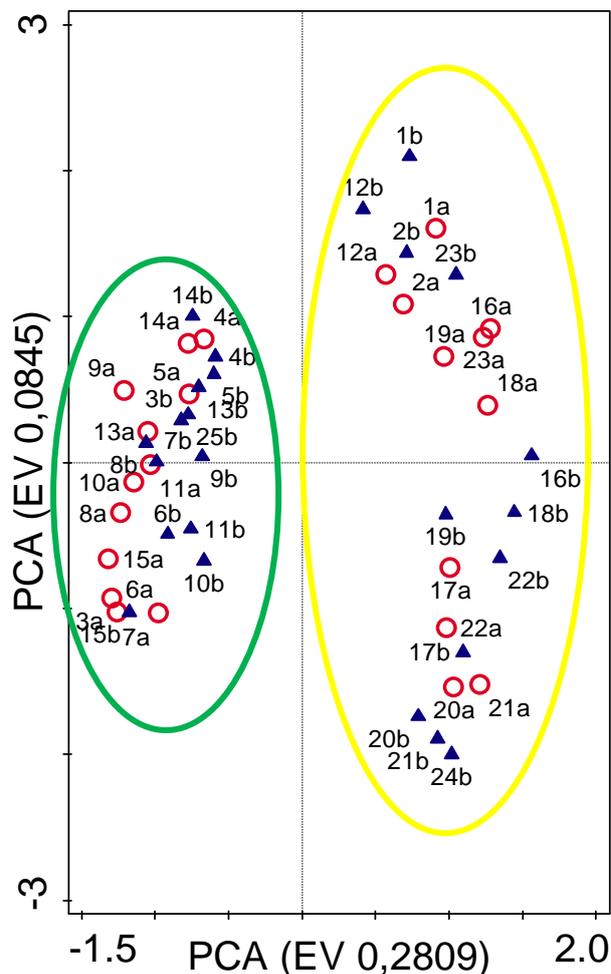


Abb. 10: PCA aller Aufnahmen, rote Ringe = Aufnahmen von 2014, blaue Dreiecke = Aufnahmen von 2018, EV = Eigenvalue. Die grüne Ellipse umfasst die Wiesen mit Pfeifengras-Streuwiesencharakter, die gelbe Ellipse jene mit Niedermoor-Charakter.

Auch die RDA aller Aufnahmen unter Einbeziehung der Zeigerwerte nach Ellenberg (ELLENBERG et al. 1992) und der Artenzahlen als Umweltfaktoren bestätigte die erste Teilung der TWINSPAN-Analyse. Die erste Achse hatte einen Eigenvalue von 0,2527 und die zweite Achse von 0,0570 (Abb. 11). Feuchtezahl, Nährstoffzahl, Bodenreaktion, Temperaturzahl und Artenzahl als Umweltvariable hatten einen höchst signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf die Verteilung der Aufnahmen, die Lichtzahl einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,05$ ). Shannon-Index ( $p = 0,054$ ) und Kontinentalitätszahl ( $p = 0,053$ ) hatten keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Aufnahmen. Die wichtigsten Faktoren für die Verteilung entlang der ersten Achse waren die Feuchtezahl und die Nährstoffzahl in entgegengesetzter Richtung. Entlang der zweiten Achse hatten die Artenzahl und der Shannon-Index in die gleiche Richtung einen Einfluss auf die Gruppierung der Aufnahmen (Abb. 11).

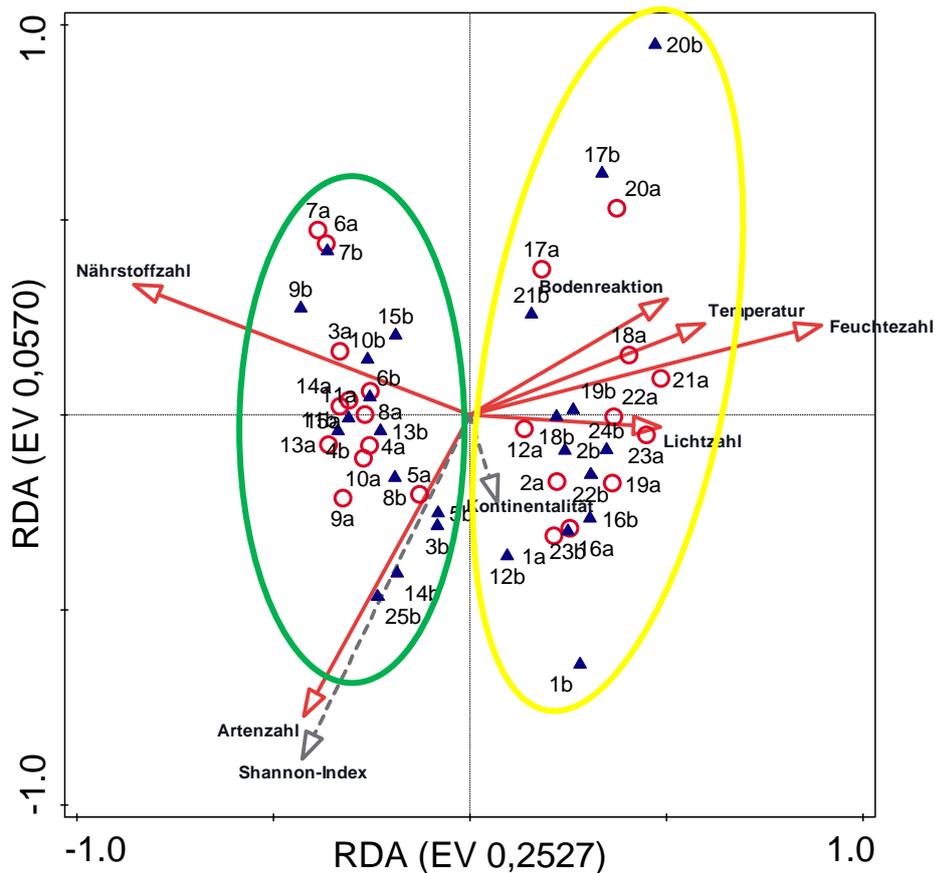


Abb. 11: RDA aller Aufnahmen, rote Ringe = Aufnahmen von 2014, blaue Dreiecke = Aufnahmen von 2018, EV = Eigenvalue. Die grüne Ellipse umfasst die Wiesen mit Pfeifengras-Streuwiesencharakter, die gelbe Ellipse jene mit Niedermoor-Charakter.

#### 4.2.2. Ordinationen der Feuchtflächen

In der NMDS ohne die Aufnahmen aus den Projektstudien von 2014 und 2018 betrug der Eigenvalue der ersten Achse 0,44464 und der Eigenvalue der zweiten Achse 0,2857 (Abb. 12). Die Unterschiede zwischen den Jahren waren sehr deutlich. Eine Ausnahme bildeten die Aufnahmen 17 und 19, bei denen die beiden Jahre nebeneinander zu finden waren. Die Aufnahmen 16, 21 und 22 zeigten deutliche Unterschiede zwischen 2014 und 2018. In der Fläche 16 kam es zu einer Abnahme von *Alnus alnobetula* und *Sorbus aucuparia*. In den Flächen 16-19 zeigte sich eine leichte Zunahme von *Trichophorum cespitosum* und eine Abnahme von *Calluna vulgaris* sowie *Nardus stricta*. 2018 waren in der Fläche 21 *Tofieldia calyculata* sowie *Trifolium pratense* und *Festuca nigrescens* nicht mehr zu finden. In dieser Fläche war 2018 jedoch zum ersten Mal *Veratrum album* vorhanden (Anhang, Tab. I). In der Aufnahme 22 traten 2018 *Sesleria caerulea* und *Selaginella selaginoides* als neue Arten auf und *Tofieldia calyculata* sowie *Lotus corniculatus* kamen mit einer höheren Artmächtigkeit vor (Anhang, Tab. I).

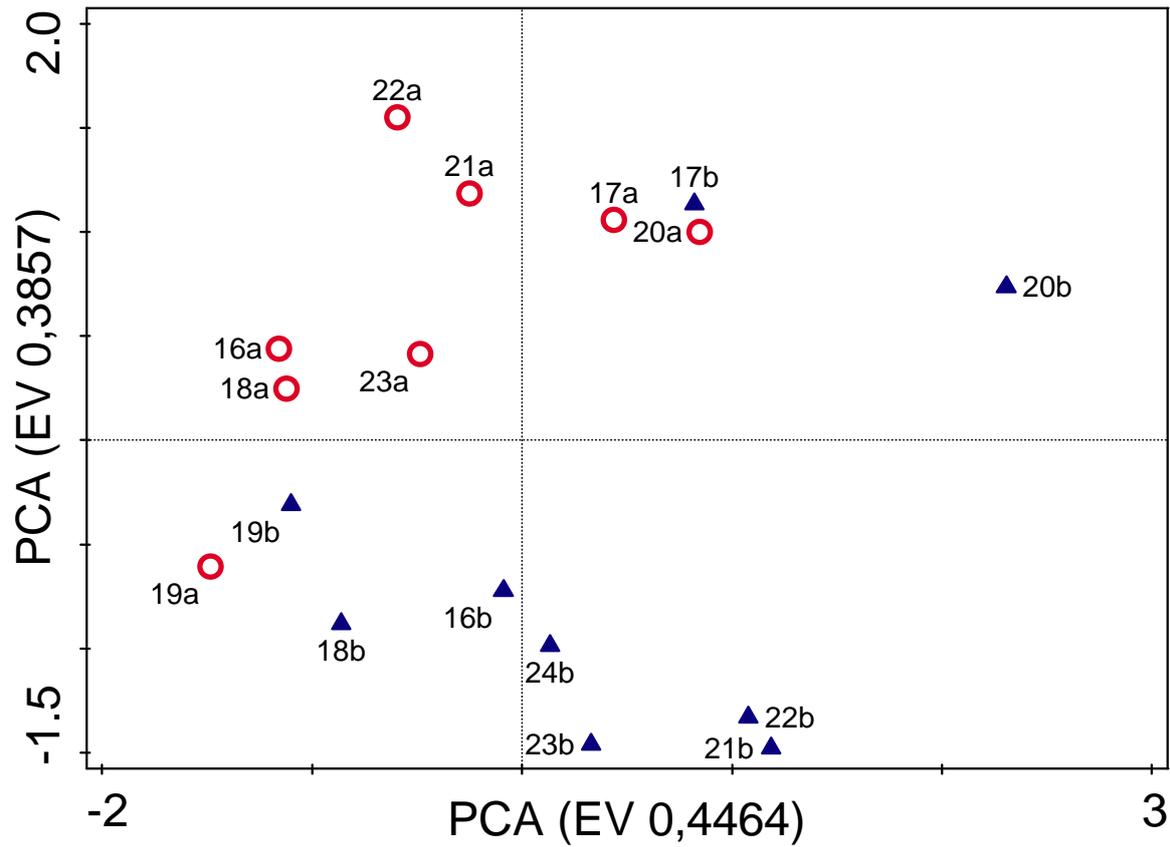


Abb. 12: NMDS der Feuchtfächen am Issanger; rote Ringe = Aufnahmen von 2014, blaue Dreiecke = Aufnahmen von 2018, EV = Eigenvalue.

In der PCA der Feuchtfächen betrug der Eigenvalue der ersten Achse 0,2055 und jener der zweiten Achse 0,1585. Auch hier gruppierten wiederum Aufnahmen aus dem Jahr 2014 zusammen. Es zeigten sich dieselben Unterschiede wie auch schon in der NMDS (Abb. 13).

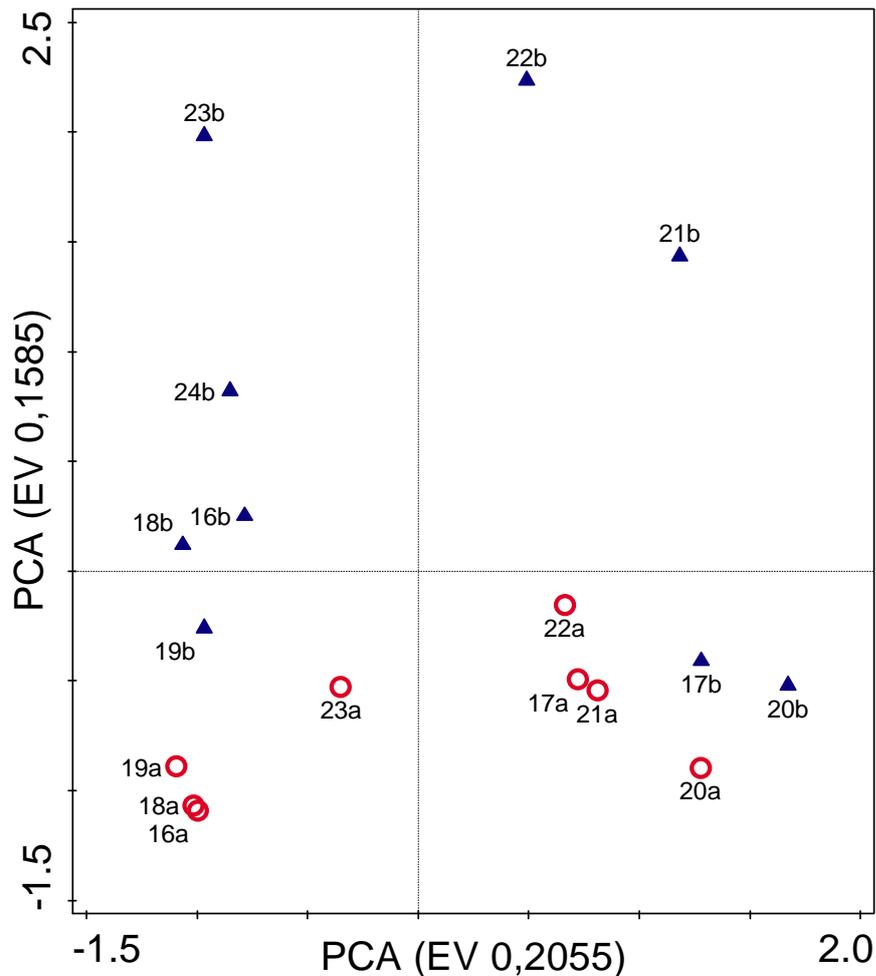


Abb. 13: PCA der Feuchtflächen am Issanger; rote Ringe = Aufnahmen von 2014, blaue Dreiecke = Aufnahmen von 2018, EV = Eigenvalue.

Bei der RDA der Feuchtflächen konnte unter Einbeziehung von Artenzahl, Gesamtdeckung, Deckung der Krautigen und der Sträucher sowie der mittleren Wuchshöhe als Umweltvariable ein signifikanter Einfluss ( $p < 0,01$ ) der Artenzahl auf die Gruppierung der Aufnahmen festgestellt werden (Abb. 14). Den größten Unterschied in der Artenzahl gab es in den Aufnahmen 18 und 22 mit einer Zunahme um 10 Arten und in der Aufnahme 21 mit einer Zunahme um 15 Arten von 2014 auf 2018. Die anderen ausgewählten Umweltparameter hatten keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Gruppierung der Aufnahmen. Der Eigenvalue der ersten Achse betrug 0,1518 und jener der zweiten Achse 0,1262. Die Artenzahl erklärte die Verteilung der Aufnahmen entlang der ersten Achse. Die Verteilung auf der zweiten Achse wurde vor allem durch die Deckung der Krautigen erklärt.

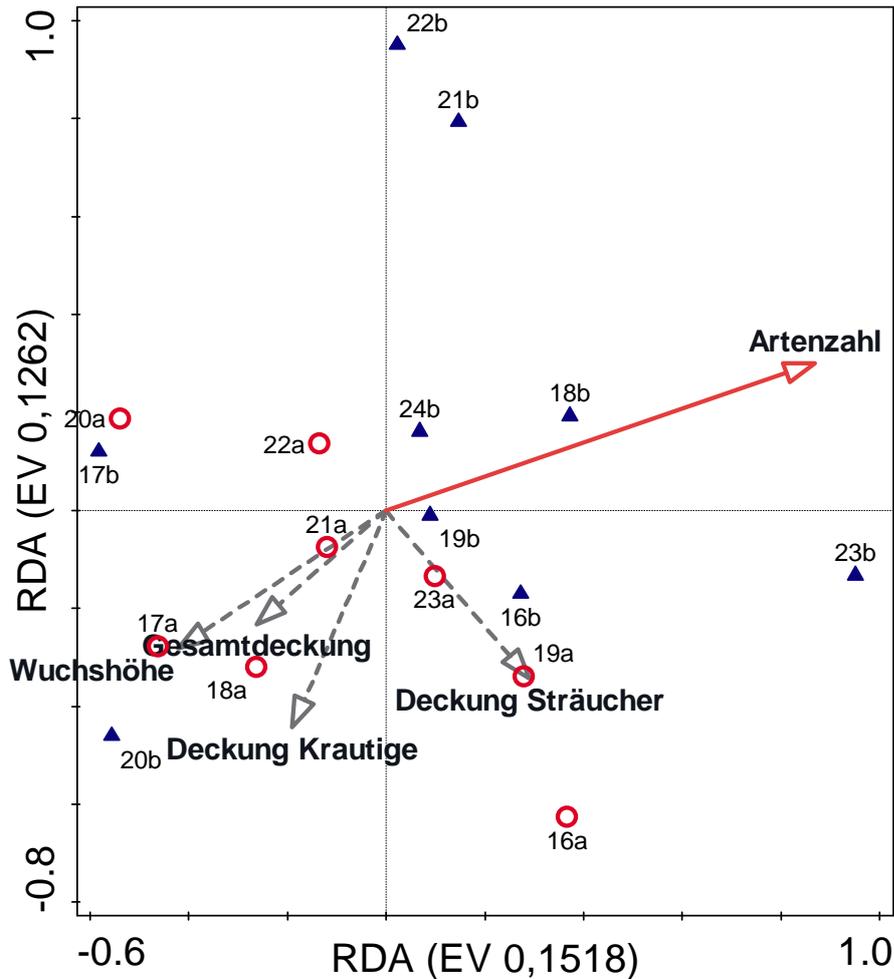


Abb. 14: RDA der Feuchtplachen am Issanger; rote Ringe = Aufnahmen von 2014, blaue Dreiecke = Aufnahmen von 2018, EV = Eigenvalue, roter Pfeil = statistisch signifikante Umweltvariable, grau gestrichelt = statistisch nicht signifikante Umweltvariablen.

Die zweite RDA der Aufnahmen bezog als Umweltvariablen einige relevante Zeigerwerte nach Ellenberg mit ein, sowie die Mahdhufigkeit und die Deckung von *Veratrum album* (Abb. 15). Der Eigenvalue der ersten Achse betrug 0,1860 und jener der zweiten Achse 0,1246. Einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Daten hatten der Shannon-Index ( $p = 0,001$ ), die Mahdhufigkeit, die Feuchtezahl, die Nahrestoffzahl und die Lichtzahl ( $p < 0,05$ ). Die Deckung von *Veratrum album* und die Temperaturzahl hatten keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Gruppierung der Aufnahmen. Nahrestoffzahl und Mahdhufigkeit erklarten in entgegengesetzte Richtung die Verteilung auf der ersten Achse. Auf der zweiten Achse erklarte die Feuchtezahl und die Deckung von *Veratrum album* die Verteilung der Aufnahmen. Die größten Unterschiede zeigten sich hier in den Aufnahmen 18, 21 und 23.

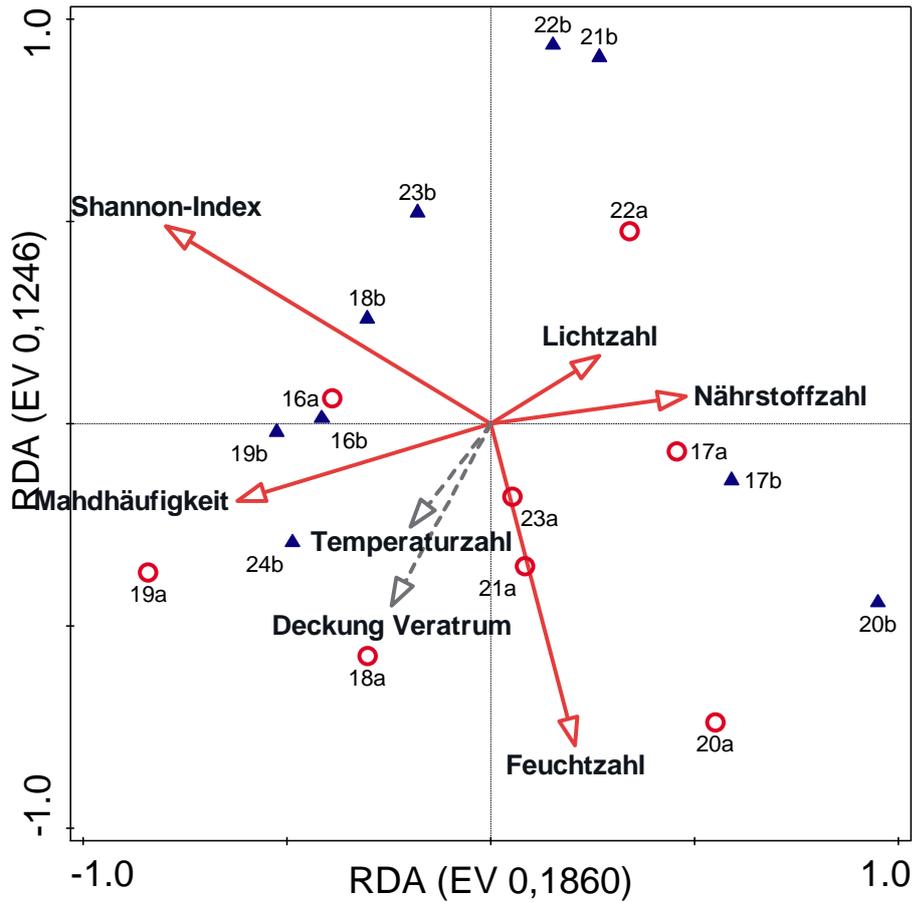


Abb. 15: RDA der Feuchtplächen am Issanger mit Zeigerwerten, Mahdhäufigkeit und Präsenz von Veratrum als Umweltvariable; rote Ringe = Aufnahmen von 2014, blaue Dreiecke = Aufnahmen von 2018, EV = Eigenvalue, roter Pfeil = statistisch signifikante Umweltvariable, grau gestrichelt = statistisch nicht signifikante Umweltvariablen.

Betrachtet man die Auswirkung der Mahdhäufigkeit von 2014 bis 2018 auf die Artenzahlen, zeigte sich auch hier kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p = 0,53679$ , Abb. 16). Tendenziell bewirkte einmaliges Mähen in diesen vier Jahren den größten Zuwachs an Arten.

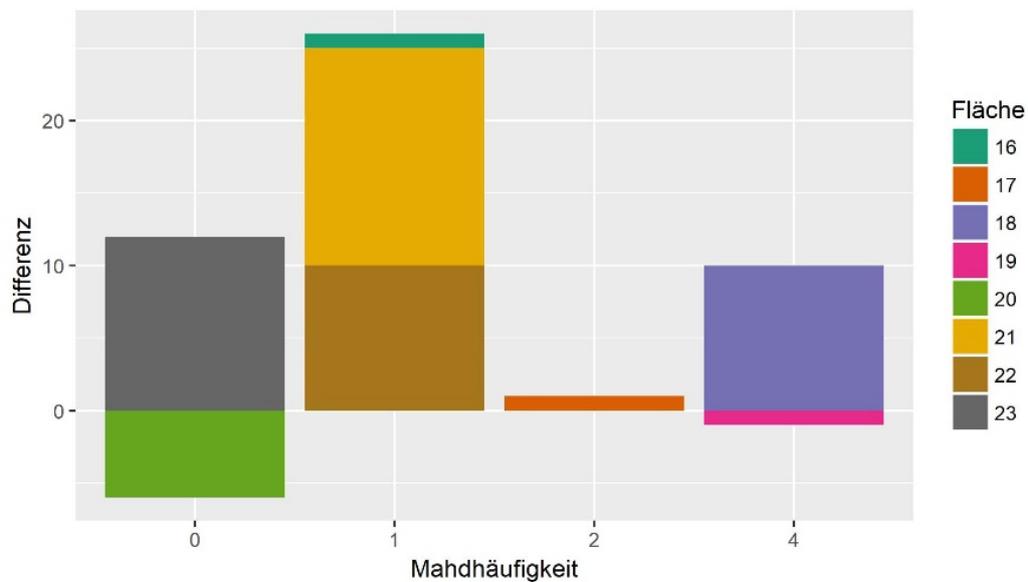


Abb. 16: Auswirkung der Mahdhäufigkeit zwischen 2014 und 2018 auf die Artenzahlen in den einzelnen Aufnahme­flächen. Dargestellt ist die Differenz an Arten in den einzelnen Aufnahme­flächen zwischen den Jahren 2014 und 2018. Die Unterschiede waren jedoch nicht statistisch signifikant.

#### 4.3. Geschützte Arten

Von den hier vorkommenden Arten wurde nur *Lycopodiella indundata* auf der Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs (NIKL FELD et al. 1999) als stark gefährdet eingestuft. Alle anderen auf der Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs (NIKL FELD et al. 1999) vorkommenden Arten, wie z.B. *Anthoxanthum alpinum* oder *Tofieldia calyculata*, sind nur als regional gefährdet eingestuft.

Laut dem Landesgesetzblatt für Tirol (Stück 18, 2006) waren 2018 folgende geschützte Arten in den Aufnahmen zu finden:

A) gänzlich geschützte Arten:

*Dactylorhiza maculata*, *Dactylorhiza majalis*, *Listera ovata* und *Platanthera bifolia*.

B) teilweise geschützte Arten:

*Gentiana asclepiadea*, *Gentiana acaulis* und *Primula veris*.

Vergleicht man die mittlere Deckung der geschützten Arten aus dem Jahr 2014 und dem Jahr 2018 (Abb. 17), zeigte sich in den meisten Fällen eine Zunahme. Der Unterschied zwischen den Jahren 2014 und 2018 war allerdings statistisch nicht signifikant ( $p = 0,1781$ ).

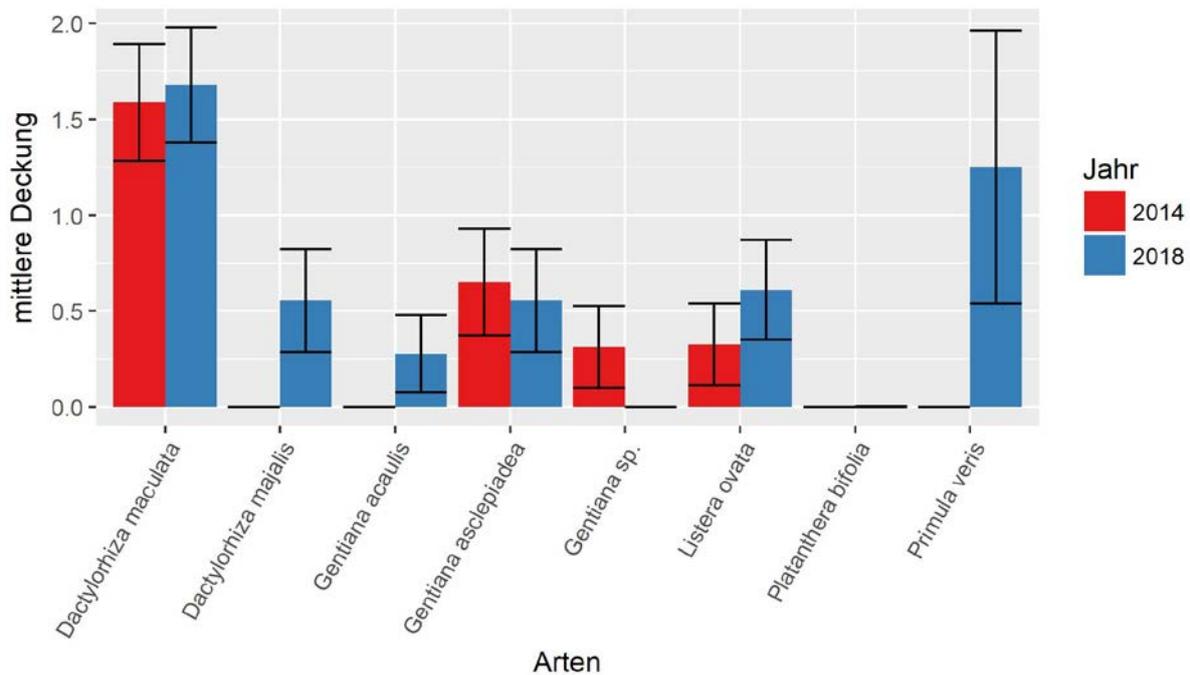


Abb. 7: Vergleich der mittleren Deckungswerte mit Standardfehler der laut dem Landesgesetzblatt für Tirol (2006) geschützten Arten. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant.

#### 4.4. Problematische Art – *Veratrum album* ssp. *lobelianum*

In drei Aufnahmeflächen (16, 18 und 20) fiel ein deutlicher Rückgang der mittleren Deckung von *Veratrum album* ssp. *lobelianum* von 2014 auf 2018 auf. Diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant ( $p = 0,5367$ ). In den Aufnahmeflächen 17 und 21 trat 2018 *Veratrum album* ssp. *lobelianum* zum ersten Mal auf (Abb. 18).

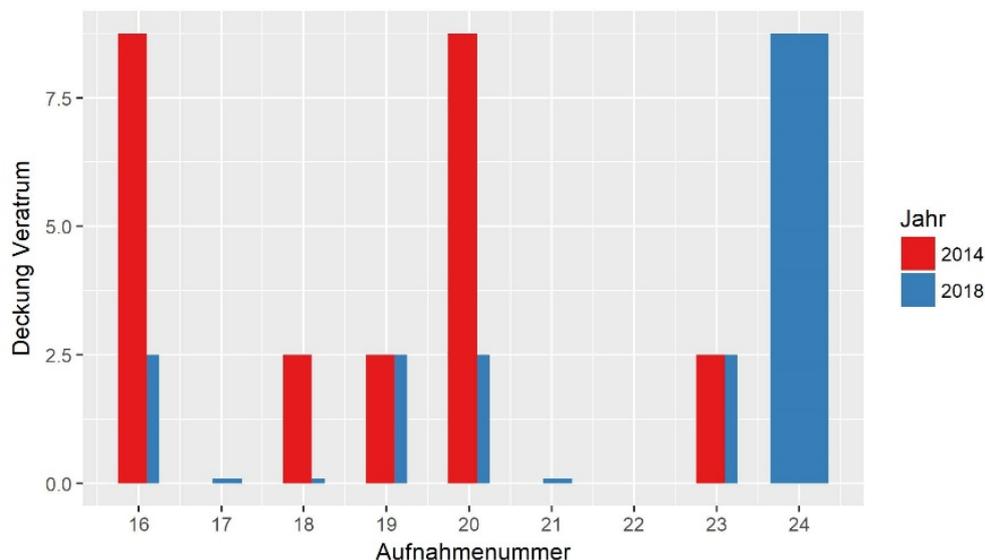


Abb. 18: Vergleich der mittleren Deckung von *Veratrum album* ssp. *lobelianum* in den einzelnen Aufnahmeflächen in beiden Aufnahmejahren. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant.

## 5. Diskussion

Die Veränderungen der Artenzahlen generell konnten anhand der vorliegenden Analysen weder auf die Häufigkeit der Mahd, die Feuchte, die Nährstoffzahl oder auch die Deckung von *Veratrum album*

zurückgeführt werden. In einigen Aufnahmeflächen war jedoch die Häufigkeit der Mahd ein wichtiger Faktor.

Ein großes Problem am Issanger ist sicherlich das Einwandern von *Veratrum album* ssp. *lobelianum* auch in die feuchten Flächen, so vor allem in die Flächen 17 und 21, die 2014 noch nicht davon betroffen waren. *Veratrum album* kann eben auch in Niedermooren vorkommen (PERATONER & RESCH 2012). Es wäre sehr wichtig die Ausbreitung dieser Art einzudämmen. Das Ausstechen der Art auf der Fläche 24 im Jahr 2017 hat offensichtlich wenig Erfolg gezeitigt; hier erreichte die mittlere Deckung 8.75 % (Artmächtigkeit 2a). Wie bereits in der Einleitung erwähnt, zählt diese Art auf Grund ihrer Toxizität für Tiere zu den problematischen Arten. Sie verdrängt aber auch konkurrenzschwächere Arten ganz massiv. Die wirksamste Maßnahme gegen *Veratrum album* ist laut PERATONER & RESCH (2012) das jährliche Ausstechen der Pflanzen und anschließende Andrücken des Bodens der bearbeiteten Stellen. Damit konnten die Autoren die Triebdichte um fast 90 % reduzieren (PERATONER & RESCH 2012). Das Mähen zeigte in einer Studie von SCHAFFNER et al. (1995) eine Reduktion um nur 43 % bei Versuchen über einen Zeitraum von sieben Jahren. Da das jährliche Ausstechen wohl illusorisch ist, wird eine regelmäßige Mahd empfohlen.

Die 2014 empfohlenen Pflegemaßnahmen wie das Ausdünnen der Gehölze und die Mahd sollten beibehalten werden. Als zusätzliche Maßnahmen wäre jedoch ein zweijährliches Mähen der Feuchtflächen am Sommerende oder im Herbst durchaus zu empfehlen (ELLMAUER 2005). Zudem ist eine Besucherlenkung als wichtig zu erachten (ELLMAUER 2005), um Trittschäden durch den Menschen in den Feuchtflächen zu verringern.

## 6. Zusammenfassung

Die Wiederholung der Vegetationsaufnahmen aus dem Jahr 2014 wies eine generelle Zunahme der Artenzahlen in den Flächen auf mit Ausnahme von zwei Aufnahmen (Fläche 19 und 20). Es kam in diesen vier Jahren zu einer Abnahme der mittleren Deckung der Gehölze und zu einer Abnahme von *Calluna vulgaris* und *Nardus stricta*. Des Weiteren war ein Anstieg der mittleren Deckung der geschützten Arten zu beobachten. Zu den 2014 empfohlenen Pflegemaßnahmen ist zu sagen, dass sich nur eine jährliche Mahd oder keine Mahd in je einer Fläche negativ auf die Artenzahlen auswirkten. *Veratrum album* nahm in den meisten Flächen ab, ist aber auch in zwei Flächen neu aufgetreten.

## 7. Danksagung

Dem Verein der Freunde des botanischen Gartens gilt ein besonderer Dank für die Finanzierung dieses Projektes. Weiters möchte ich mich auch bei Mag. Hermann Sonntag vom Alpenpark Karwendel für seine Unterstützung bedanken. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei der Gemeinde Absam für die Erlaubnis mit dem Auto ins Halltal fahren zu dürfen und für den Schlüssel für die beiden Schranken.

## 8. Literatur

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R, WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18, 2. Auflage.

ELLMAUER, T. (Hrsg.) (2005): Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH, 340 pp.

FISCHER, M. A., OSWALD, K. & ADLER, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Verb. Aufl., Biologiezentrum der oberösterreichischen Landesmuseen, Linz.

GEIER, J., LÜBBEN, M., ROSSETTI, CH., SCHEERER, D., SEHRT, M., BERTOL, N., GRÄUPNER, L., DREXLER, L., TRIPPEL, D., KISTL, S., SCHÄFERNOLTE, T., TRENKWALDER, I. & ERSCHBAMER, B. (2018): Vegetationsbewertung Issanger, LV 717058, Projektstudie 2018

LEYER, I. & WESCHE, K. (2007): *Multivariate Statistik in der Ökologie*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

NIKL FELD, H. (1999): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.

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.

REICHELT, G. & WILMANN, O. (1973): *Vegetationsgeographie*. Westermann-Verlag, Braunschweig.

SANSONE, T. & ERSCHBAMER, B. (2014): Vegetationskundliche Untersuchungen der Feuchtflächen am Issanger (Halltal, Tirol, Österreich).

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.

ŠMILAUER, P. & LEPŠ, J. (2014): *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5*. 2. Auflage. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

TRAXLER, A., MINARZ, E., ENGLISCH, T., FINK, B., ZECHMEISTER, H. & ESSL, F. (2005): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs, Moore, Sümpfe und Quellflure, Hochgebirgsrasen, Polsterfluren, Rasenfragmente und Schneeböden, Äcker, Ackerraine, Weingärten und Ruderalfluren, Zwergstrauchheiden, Geomorphologisch geprägte Biotoptypen. Neuer Wissenschaftlicher Verlag GmbH, Wien: S. 37-40.

TROXLER, J. & ROUEL, M. (1987): Possibilites de lutte contre le veratre. 5e reunion FAO des herbages de montagne. Bled, Yougoslavie.

VAN DER MAAREL, E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* Vol. 39-2: 97-114.

WICKHAM, H. (2017): tidyverse: Easily Install and Load the 'Tidyverse'. R package version 1.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=tidyverse>.

WILLMANNS, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie: Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. 5., neubearbeitete Auflage. Quelle & Meyer Heidelberg, Wiesbaden: S. 210.

## 9. Anhang

Tab. I: Vegetationstabelle aller Aufnahmen 2014 und 2018

Tab. II: Artenliste ohne die Arten der Projektstudie 2018 mit Artnamen und Familien

<b>Artnamen</b>	<b>Familie</b>	<b>Artnamen</b>	<b>Familie</b>
<i>Achillea millefolium</i> agg.	Rosaceae	<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	Rosaceae	<i>Luzula multiflora</i>	Juncaceae
<i>Alnus alnobetula</i>	Betulaceae	<i>Luzula sylvatica</i>	Juncaceae
<i>Angelica sylvestris</i>	Apiaceae	<i>Lycopodium indundata</i>	Selaginellaceae
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	<i>Molinia caerulea</i>	Poaceae
<i>Astrantia major</i>	Apiaceae	<i>Moos</i> sp.	Moose
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae	<i>Nardus stricta</i>	Poaceae
<i>Bellidiastrum michelii</i>	Asteraceae	<i>Parnassia palustris</i>	Celastraceae
<i>Blysmus compressus</i>	Poaceae	<i>Pedicularis rostratocapitata</i>	Orobanchaceae
<i>Briza media</i>	Poaceae	<i>Persicaria vivipara</i>	Polygonaceae
<i>Calluna vulgaris</i>	Ericaceae	<i>Phleum rhaeticum</i>	Poaceae
<i>Caltha palustris</i>	Ranunculaceae	<i>Phyteuma orbicularis</i>	Campanulaceae
<i>Carex davalliana</i>	Cyperaceae	<i>Pinguicula alpina</i>	Lentibulariaceae
<i>Carex echinata</i>	Cyperaceae	<i>Pinus mugo</i>	Pinaceae
<i>Carex montana</i>	Cyperaceae	<i>Platanthera bifolia</i>	Orchidaceae
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae	<i>Polygala alpestris</i>	Polygalaceae
<i>Carex pallescens</i>	Cyperaceae	<i>Potentilla erecta</i>	Rosaceae
<i>Carex panicea</i>	Cyperaceae	<i>Primula veris</i>	Primulaceae
<i>Carex sempervirens</i>	Cyperaceae	<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae
<i>Carum carvi</i>	Apiaceae	<i>Ranunculus lanuginosus</i>	Ranunculaceae
<i>Cerastium holosteoides</i>	Caryophyllaceae	<i>Ranunculus montanus</i>	Ranunculaceae
<i>Cirsium oleraceum</i>	Asteraceae	<i>Ranunculus</i> sp.	Ranunculaceae
<i>Crepis paludosa</i>	Asteraceae	<i>Rhinanthus glacialis</i>	Orobanchaceae
<i>Crocus albiflorus</i>	Iridaceae	<i>Rhododendron hirsutum</i>	Ericaceae
<i>Dactylorhiza maculata</i>	Orchidaceae	<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Orchidaceae	<i>Sanguisorba officinalis</i>	Rosaceae
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	<i>Scabiosa lucida</i>	Caprifoliaceae
<i>Equisetum palustre</i>	Equisetaceae	<i>Selaginella selaginoides</i>	Selaginellaceae
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Cyperaceae	<i>Sesleria caerulea</i>	Poaceae
<i>Eriophorum latifolium</i>	Cyperaceae	<i>Soldanella alpina</i>	Primulaceae
<i>Festuca nigra</i>	Poaceae	<i>Solidago virgaurea</i>	Asteraceae
<i>Festuca rubra</i> agg.	Poaceae	<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosaceae
<i>Galium</i> sp.	Rubiaceae	<i>Succisa pratensis</i>	Dipsacaceae
<i>Gentiana acaulis</i>	Gentianaceae	<i>Tofieldia calyculata</i>	Tofieldiaceae
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Gentianaceae	<i>Trichophorum cespitosum</i>	Cyperaceae
<i>Gentiana</i> sp.	Gentianaceae	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae
<i>Geranium sylvaticum</i>	Geraniaceae	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
<i>Geum rivale</i>	Rosaceae	<i>Trollius europaeus</i>	Ranunculaceae
<i>Globularia nudicaulis</i>	Globulariaceae	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae
<i>Hypericum maculatum</i>	Hypericaceae	<i>Vaccinium uliginosum</i> agg.	Ericaceae
<i>Juncus articulatus</i>	Juncaceae	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Ericaceae
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae	<i>Veratrum album</i>	Melanthiaceae
<i>Listera ovata</i>	Orchidaceae	<i>Willemetia stipitata</i>	Asteraceae

Tab. III: Geamstartenliste mit den Arten aus der Projektstudie von 2014 und 2018.

<b>Artname</b>	<b>Familiename</b>	<b>Artname</b>	<b>Familie</b>
<i>Achillea millefolium</i> agg.	Rosaceae	<i>Luzula campestris</i>	Juncaceae
<i>Adenostyles alliariae</i>	Asteraceae	<i>Luzula luzuloides</i>	Juncaceae
<i>Agrostis capillaris</i>	Poaceae	<i>Luzula multiflora</i> s.str.	Juncaceae
<i>Ajuga reptans</i>	Lamiaceae	<i>Luzula sylvatica</i>	Juncaceae
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	Rosaceae	<i>Lycopodiella inundata</i>	Selaginellaceae
<i>Alnus alnobetula</i>	Betulaceae	<i>Melampyrum pratense</i>	Orobanchaceae
<i>Anemone nemorosa</i>	Ranunculaceae	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Orobanchaceae
<i>Angelica sylvestris</i>	Apiaceae	<i>Molinia caerulea</i>	Poaceae
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	<i>Moose</i> sp.	Moose
<i>Anthoxanthum odoratum</i> agg.	Poaceae	<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae
<i>Astrantia major</i>	Apiaceae	<i>Myosotis sylvatica</i>	Boraginaceae
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae	<i>Nardus stricta</i>	Poaceae
<i>Bellidiastrum michelii</i>	Asteraceae	<i>Orobanche gracilis</i>	Orobanchaceae
<i>Blysmus compressus</i>	Poaceae	<i>Parnassia palustris</i>	Celastraceae
<i>Brachypodium rupestre</i>	Poaceae	<i>Pedicularis rostratocapitata</i>	Orobanchaceae
<i>Briza media</i>	Poaceae	<i>Persicaria vivipara</i>	Polygonaceae
<i>Calluna vulgaris</i>	Ericaceae	<i>Peucedanum ostruthium</i>	Apiaceae
<i>Caltha palustris</i>	Ranunculaceae	<i>Phleum pratense</i> agg.	Poaceae
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Campanulaceae	<i>Phleum rhaeticum</i>	Po
<i>Carex canescens</i>	Cyperaceae	<i>Phyteuma orbiculare</i>	Campanulaceae
<i>Carex capillaris</i>	Cyperaceae	<i>Phyteuma ovatum</i>	Campanulaceae
<i>Carex davalliana</i>	Cyperaceae	<i>Pimpinella major</i>	Apiaceae
<i>Carex echinata</i>	Cyperaceae	<i>Pinguicula alpina</i>	Lentibulariaceae
<i>Carex ferruginea</i>	Cyperaceae	<i>Pinguicula vulgaris</i>	Lentibulariaceae
<i>Carex flacca</i>	Cyperaceae	<i>Pinus mugo</i>	Pinaceae
<i>Carex hostiana</i>	Cyperaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae
<i>Carex lepidocarpa</i>	Cyperaceae	<i>Platanthera bifolia</i>	Orchidaceae
<i>Carex montana</i>	Cyperaceae	<i>Pleurozium schreberi</i>	Moose
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae	<i>Poa alpina</i>	Poaceae
<i>Carex pallescens</i>	Cyperaceae	<i>Poa compressa</i>	Poaceae
<i>Carex panicea</i>	Cyperaceae	<i>Poa</i> sp.	Poaceae
<i>Carex pulicaris</i>	Cyperaceae	<i>Polygala alpestris</i>	Polygalaceae
<i>Carex sempervirens</i>	Cyperaceae	<i>Potentilla aurea</i>	Rosaceae
<i>Carlina acaulis</i>	Asteraceae	<i>Potentilla erecta</i>	Rosaceae
<i>Carum carvi</i>	Apiaceae	<i>Primula elatior</i>	Primulaceae
<i>Cerastium holosteoides</i>	Caryophyllaceae	<i>Primula farinosa</i>	Primulaceae
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Apiaceae	<i>Primula veris</i>	Primulaceae
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	Apiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae
<i>Cirsium oleraceum</i>	Asteraceae	<i>Pseudorchis albida</i>	Orchidaceae
<i>Crepis aurea</i>	Asteraceae	<i>Ranunculus lanuginosus</i>	Ranunculaceae
<i>Crepis paludosa</i>	Asteraceae	<i>Ranunculus montanus</i>	Ranunculaceae
<i>Crocus albiflorus</i>	Iridaceae	<i>Ranunculus nemorosus</i>	Ranunculaceae
<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae	<i>Ranunculus platanifolius</i>	Ranunculaceae

<i>Dactylorhiza maculata</i> <i>agg.</i>	Orchidaceae	<i>Rhinanthus glacialis</i>	Orobanchaceae
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Orchidaceae	<i>Rhododendron hirsutum</i>	Ericaceae
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae
<i>Equisetum palustre</i>	Equisetaceae	<i>Sanguisorba officinalis</i>	Rosaceae
<i>Eriophorum</i> <i>angustifolium</i>	Cyperaceae	<i>Scabiosa lucida</i>	Caprifoliaceae
<i>Eriophorum latifolium</i>	Cyperaceae	<i>Selaginella selaginoides</i>	Selaginellaceae
<i>Festuca altissima</i>	Poaceae	<i>Sesleria caerulea</i>	Poaceae
<i>Festuca nigrescens</i>	Poaceae	<i>Silene dioica</i>	Caryophyllaceae
<i>Festuca pratensis agg.</i>	Poaceae	<i>Soldanella alpina</i>	Primulaceae
<i>Festuca rubra agg.</i>	Poaceae	<i>Solidago virgaurea</i>	Asteraceae
<i>Galium anisophyllum</i>	Rubiaceae	<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosaceae
<i>Galium sp.</i>	Rubiaceae	<i>Succisa pratensis</i>	Dipsacaceae
		<i>Taraxacum sect.</i>	
<i>Gentiana acaulis</i>	Gentianaceae	<i>Ruderalia</i>	Asteraceae
		<i>Tephrosieris longifolia</i>	
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Gentianaceae	<i>s.str.</i>	Asteraceae
<i>Gentiana pannonica</i>	Gentianaceae	<i>Thalictrum minus s.lat.</i>	Ranunculaceae
<i>Gentiana sp.</i>	Gentianaceae	<i>Tofieldia calyculata</i>	Tofieldiaceae
<i>Geranium sylvaticum</i>	Geraniaceae	<i>Traunsteinera globosa</i>	Orchidaceae
		<i>Trichophorum</i> <i>cespitosum</i>	Cyperaceae
<i>Geum rivale</i>	Rosaceae	<i>Trifolium hybridum</i>	Fabaceae
<i>Globularia nudicaulis</i>	Globulariaceae	<i>Trifolium montanum</i>	Fabaceae
<i>Gymnadenia conopsea</i>	Orchidaceae	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae		
<i>Hypericum maculatum</i> <i>s.str.</i>	Hypericaceae	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
<i>Juncus articulatus</i>	Juncaceae	<i>Trollius europaeus</i>	Ranunculaceae
		<i>Vaccinium gaultherioides</i> <i>agg.</i>	Ericaceae
<i>Juncus compressus</i>	Juncaceae	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae
<i>Juncus filiformis</i>	Juncaceae	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Ericaceae
<i>Knautia maxima</i>	Dipsacaceae	<i>Veratrum album</i>	Melanthiaceae
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae		
<i>Leucanthemum vulgare</i> <i>agg.</i>	Asteraceae	<i>Veronica chamaedrys</i>	Antirrhinaceae
<i>Linum catharticum</i>	Caryophyllaceae	<i>Veronica serpyllifolia</i>	Antirrhinaceae
<i>Listera ovata</i>	Orchidaceae	<i>Willemetia stipitata</i>	Asteraceae
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae		

## Fotodokumentation



Abb. I: Aufnahme­fläche 16, in Richtung Südosten aufgenommen.



Abb. II: Aufnahme­fläche 17, in Richtung Südosten aufgenommen.



Abb. III: Fläche 18, Richtung Südosten aufgenommen.



Abb. IV: Fläche 19, Richtung Osten aufgenommen.



Abb. V: Fläche 20, Richtung Nordosten aufgenommen.



Abb. VI: Aufnahme 21: Richtung Westen aufgenommen.



Abb. VII: Aufnahme 22, Richtung Südosten aufgenommen.



Abb. VIII: Aufnahme­fläche 23, Blick Richtung Referenzbaum aufgenommen.



Abb. IX: Aufnahme­fläche 24 (*Veratrum*-Fläche), Blick Richtung Osten aufgenommen.