

Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark

Eine Untersuchung mit Dauerzäunen



Eine Arbeit von: Lea Mösch

Betreut von: Sabine Güsewell

Inhalt

Zusammenfassung/Abstract.....	3
Einführung.....	4
Methoden	6
Auswertung Vegetationsdaten 1992-2008	7
Feldarbeit.....	8
Resultate.....	9
Vegetationsdaten 1992-2008	9
Feldarbeit.....	11
Diskussion.....	14
Fazit	18
Verzeichnisse	20
Abbildungsverzeichnis	20
Tabellenverzeichnis	20
Referenzen.....	21

Zusammenfassung/Abstract

Huftiere verändern die Umwelt, in der sie leben. Die Baumarten, das Baumwachstum, die Diversität der Krautschicht, die Biomasse und Bodeneigenschaften sind alles Faktoren, die von Hirschen beeinflusst werden können. Der Einfluss ist grösser bei höherer Wildtierdichte. Besonders spannend ist also die Frage, wie der Einfluss der Huftiere auf die Vegetation ist in einem Gebiet mit einer europaweit sehr hohen Huftierdichte. Das Ziel dieser Untersuchung ist es, eine Aussage über den Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Artzusammensetzung, Biomasse und Vegetationshöhe der Vegetation und der Baumverjüngung im Schweizerischen Nationalpark (SNP) zu machen. Für die Untersuchung wurden Daten von Artzusammensetzungen auf Kontroll- und Zaunflächen mithilfe von Ordinationsverfahren ausgewertet. Weiter wurden im SNP Biomasse-, Vegetationshöhe- und Baumverjüngungsmessungen auf Zaun- und Kontrollflächen durchgeführt. Die Artzusammensetzung hat sich auf den Zaunflächen (unter Ausschluss von Huftieren) nicht anders entwickelt als auf den Kontrollflächen (mit dem Einfluss der Huftiere). Die Biomasse und Vegetationshöhe haben sich an den meisten Standorten deutlich zwischen Zaun- und Kontrollflächen unterschieden. Die Baumverjüngung hat sich zwischen Zaun- und Kontrollfläche nicht signifikant unterschiedlich entwickelt. Da eine Veränderung der Artzusammensetzung sehr lange dauern kann und die einzelnen Flächen sehr unterschiedliche Eigenschaften zu Beginn der Untersuchung hatten, ist es nicht erstaunlich, dass kein Trend beobachtet werden konnte. Die unterschiedliche Biomasse und Vegetationshöhe lässt sich mit der starken Beweidung durch Huftiere erklären. Die Gesamtanzahl der Bäume hat sich durch den Einfluss der Huftiere nicht anders entwickelt als ohne deren Einfluss, jedoch kann es sein, dass sich andere Baumarten im Laufe der Zeit durchgesetzt haben.

Einführung

Huftiere haben einen grossen Einfluss auf das Ökosystem, in dem sie leben und sind als Faktor, der die Vegetation verändert, anerkannt (Gill 1992). Hohe Wildtierdichten können die Regeneration von Holzpflanzen einschränken. Hirsche können Schäden an Bäumen verursachen durch Verbiss, Schälen, Fegen und Schlagen (Martin Baumann et al. 2010). Viele Studien befassen sich mit ökonomisch wertvollen Holzpflanzen, weniger ist bekannt über den Einfluss auf andere Arten (Rooney and Waller 2003). Der grösste Schaden entsteht in der Schweiz durch den Verbiss. Verbiss beinhaltet das Abfressen von Knospen, Trieben und Blättern (Martin Baumann et al. 2010). Verbiss kann das Wachstum von Bäumen verlangsamen und den Zuwachs über Jahrzehnte verlangsamen (Gill 1992). Nicht alle Baumarten sind gleich bevorzugt beim Verbiss. Am beliebtesten sind die Arten Weisstannen, Eiben, Bergahorne, Hagebuchen, Robinien, Ulmen, Vogelbeeren und Weiden (Martin Baumann et al. 2010). Weitere Einflussfaktoren für das Ausmass des Schadens sind die Baumhöhe, das Baumalter, die Jahreszeit, die Häufigkeit und Intensität des Verbisses sowie die Gesundheit des Baumes (Martin Baumann et al. 2010). Die kleineren Bäume sind beliebter um sich daran zu schälen (Monzon et al. 2012). Die Intensität und Häufigkeit von Verbiss korreliert positiv mit der Hirschkichte (Gill 1992). Allerdings gibt es keine bestimmte Hirschkichte, ab der die Regeneration nicht mehr erfolgreich ist, oder eine Dichte bei der die Regeneration in jedem Fall erfolgt. Ohne den Einfluss von anderen Faktoren zu kennen kann man keine genaue Aussage machen (Gill 1992). Forstschäden von Hirschen können Konflikte zwischen verschiedenen Interessengruppen verursachen (Monzon et al. 2012). Deswegen ist es wichtig zu verstehen, ob und wie die Regeneration von Bäumen unter hoher Hirschkichte stattfindet.

Huftiere haben aber nicht nur einen Einfluss auf die Häufigkeit und Artzusammensetzung von Holzpflanzen sondern auch auf die grasartige Unterholzvegetation. So haben verschiedene Studien (Gill 1992, Rooney and Waller 2003) eine Veränderung der Zusammensetzung von grasartigen Pflanzen durch Huftiere festgestellt. Die Diversität der grasartigen Pflanzen nimmt ab, wo die Hirschkichte hoch ist (Rooney and Waller 2003). Diese Veränderungen haben wiederum eine Auswirkung auf höhere trophische Stufen (Rooney and Waller 2003). Weitere indirekte Effekte sind eine Veränderung des Waldmikroklimas und ein veränderter Nährstoffkreislauf (Rooney and Waller 2003).

Spannend und bisher ungeklärt ist nun, wie der Einfluss von Huftieren in einer extremen Situation aussieht. Das heisst wie sich beispielweise die Baumregeneration und Krautschicht verändert bei hohen Wildtierdichten und bei einem gleichzeitig langsamen

Pflanzenwachstum. Man würde erwarten, dass der Einfluss von Huftieren unter diesen Umständen besonders deutlich zu beobachten ist.

Ein geeigneter Untersuchungsort für die Klärung dieser Frage ist der Schweizerische Nationalpark. Der Park wurde 1914 gegründet und wird seither vor menschlichen Einflüssen geschützt. Die Wildtierdichte ist sehr hoch, im Sommer bis zu 86 Individuen pro Quadratkilometer und im Winter bis zu 28 Individuen pro Quadratkilometer. Der Rothirsch (*Cervus elaphus*), die Gämse (*Rupicapra rupicapra*), der Alpensteinbock (*Capra ibex*) und das Reh (*Capreolus capreolus*) sind die häufigsten Arten (Brullhardt et al. 2015). Wichtige Einflussfaktoren, die das Pflanzenwachstum entscheidend bestimmen, sind die Höhe über Meer, der Boden und das Klima. Der SNP liegt zwischen 1400 und 3174 m. ü. M. Die jährliche Durchschnittstemperatur ist 0.2°C. Die Vegetationsperiode ist relativ kurz und liegt zwischen Juni und September (Schutz et al. 2006). All diese Faktoren sind entscheidend für die Geschwindigkeit des Pflanzenwachstums und der Sukzession. Durch die kurze Vegetationsperiode bleibt der Pflanze nur wenig Zeit für das Wachstum. Dies bedeutet das insgesamt das Pflanzenwachstum und die Sukzession sehr langsam voranschreiten.

Zwischen 1987 und 1992 wurden im Nationalpark an verschiedenen Stellen Dauerzäune und Kontrollflächen im Rahmen eines Langzeitprojekts aufgestellt um der Frage nachzugehen, welche Auswirkungen die zum Teil hohe Wildtierdichte auf die Vegetation und die Waldbildung haben. Die Vorgehensweise sah vor, während 1992-1995 im Val Trupchun jährlich Vegetationsaufnahmen zu machen. Die Auswertung dieser Daten hat ergeben, dass die Artenanzahl und die Zahl der Baumkeimlinge zugenommen haben. Es liessen sich somit Entwicklungstendenzen der Vegetation erkennen. Jedoch gab es keine unterschiedliche Entwicklung zwischen Zaun- und Kontrollflächen im Verlauf der vier Jahre. Für das weitere Vorgehen wurde entschieden, dass keine jährlichen Aufnahmen mehr nötig sind und dass ein Fünfjahresturnus ausreicht (Camenisch 1999, Camenisch and Schütz 2000) (A.4).

In der jetzigen Untersuchung geht es nun darum herauszufinden, wie sich die Situation seit 1995 verändert hat. Es geht darum zu untersuchen, welchen Einfluss Huftiere auf die Entwicklung der Vegetation über eine längere Zeitspanne haben. Um dieser Frage nachzugehen werden die Vegetationsdaten, die seit 1992 erhoben wurden und aktuelle Messungen aus meiner Feldarbeit berücksichtigt. Die Fragestellungen lauten: (i) Ändert sich die Artenzusammensetzung der Vegetation durch den Einfluss der Huftiere? , (ii) Sind die Biomasse und Vegetationshöhe unterschiedlich auf beweideten und unbeweideten Flächen?, (iii) Hat das Wild einen Einfluss auf die Baumverjüngung?

Methoden

Bei dem Projekt „Dauerzäune Nationalpark“ wurden zwischen 1987 und 1992 an verschiedenen Standorten im Schweizerischen Nationalpark Dauerzäune und Kontrollflächen errichtet (A.1). Von den anfänglich errichteten 30 Untersuchungsstandorten sind 23 noch vorhanden (A.2). Die Grösse der Zäune ist entweder $5 \times 5 \text{ m}^2$, $10 \times 10 \text{ m}^2$ oder $10 \times 20 \text{ m}^2$. Die Kontrollflächen sind immer $5 \times 5 \text{ m}^2$ gross. Innerhalb der $5 \times 5 \text{ m}^2$ und der $10 \times 10 \text{ m}^2$ Zäunen und Kontrollflächen gibt es fünf markierte 1 m^2 Flächen (Abb.1/Abb.2). In den $10 \times 20 \text{ m}^2$ grossen Zäunen wurden neun 1 m^2 Flächen markiert. Auf den Flächen des Projekts „Dauerzäune Nationalpark“ wurden zwischen 1992 und 2008 in unregelmässigen Abständen Vegetationsaufnahmen von Martin Camenisch durchgeführt (A.5). Dabei wurde die Vegetation auf den innerhalb des Zaunes und der Kontrollfläche markierten 1 m^2 Flächen aufgenommen. Für alle vorkommenden Arten wurde angegeben, welchen Prozentanteil der Fläche diese bedecken.



Abb. 1 Anordnung der Zaun- und Kontrollflächen



Abb. 2 Beispiel für eine Zaun- und Kontrollfläche (Stabelchod (2)).

Auswertung Vegetationsdaten 1992-2008

Ziel der Auswertung der Vegetationsdaten von 1992-2008 war es eine Aussage darüber machen zu können, ob sich die Vegetationszusammensetzung auf den Zaunflächen (ohne Wildtiereinfluss) anders entwickelt als auf den Kontrollflächen (mit Wildtiereinfluss). Dafür wurden drei verschiedene Auswertungen gemacht. Ein Ähnlichkeitsvergleich, eine Hauptkoordinatenanalyse und eine Redundanzanalyse wurden durchgeführt.

Bei dem Ähnlichkeitsvergleich wurden die Unterschiede in der Artenzusammensetzung der fünf Flächen innerhalb des Zaunes berechnet. Als Distanzmass wurde die Bray-Curtis Distanz verwendet. Die gleiche Berechnung wurde für die Kontrollfläche durchgeführt. Zusätzlich wurden die Unterschiede zwischen den Flächen im Zaun und in der Kontrolle berechnet. Diese Berechnungen wurden für jeden Standort einzeln durchgeführt. Wenn sich die Vegetation auf der Zaunfläche und auf der Kontrollfläche anders entwickeln würde (wenn das Wild einen Einfluss hat), würde man erwarten, dass die Unterschiede zwischen der Zaun- und Kontrollfläche zunehmen im Laufe der Zeit im Vergleich zu den Unterschieden innerhalb der Zaunfläche und innerhalb der Kontrollfläche.

Die zwei folgenden Auswertungen (Hauptkoordinatenanalyse, Redundanzanalyse) sind Methoden der Ordination. Bei der Ordination versucht man eine grosse Menge von Variablen (bei dieser Studie alle vorkommenden Arten) auf weniger aussagekräftige Variablen zu reduzieren (Zuur et al. 2007, S.189). Bei der Hauptkoordinatenanalyse wurde ebenfalls der Unterschied von allen Paaren von Kontroll- und Zaunflächen berechnet. Der Unterschied wurde wieder mithilfe der Bray-Curtis Distanz berechnet. Diese Unterschiede werden dann in einem Diagramm dargestellt. Die Achsen des Diagramms stellen die zwei aussagekräftigsten Variablen dar. Bei der Hauptkoordinatenanalyse wurden nur Arten berücksichtigt, die mindestens fünf Mal vorkamen und die Daten wurden wurzeltransformiert, damit die dominanten Arten weniger Gewicht erhalten. Wenn es eine unterschiedliche Entwicklung auf der Zaun- und Kontrollfläche gibt (wenn das Wild einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung hat), erwartet man, dass die Flächen am Anfang nahe beieinander sind im Diagramm, und sich im Laufe des Untersuchungszeitraums voneinander wegbewegen.

Bei der Redundanzanalyse wurden zwei Modelle, eines mit einer Veränderung der Artenzusammensetzung über die Zeit und eines ohne eine Veränderung der Artenzusammensetzung über die Zeit, miteinander verglichen. Dabei wurde bei dieser Studie zuerst der Einfluss der Zeit auf Kontrolle und Zaun ermittelt, die Werte dann vertauscht und geschaut, ob gleiche oder andere Werte herauskommen. Wenn andere Werte herauskommen, wenn man das Modell mehrmals laufen lässt, deutet es darauf hin, dass das gefundene Resultat mit dem Einfluss der Zeit nicht zufällig entstanden ist, sondern dass die

Zeit einen Einfluss auf die Differenz der Artenzusammensetzung zwischen Zaun und Kontrolle hat (Zuur et al. 2007, S.218). Wenn das Wild einen Einfluss auf die Entwicklung der Artenzusammensetzung hat erwartet man, dass die Artenzusammensetzung sich über die Zeit verschieden entwickelt und die Redundanzanalyse einen Einfluss der Zeit feststellt.

Die Daten der Vegetationsaufnahmen wurden mit R Studio Version 3.1.1 ausgewertet. Für die Auswertung wurden die Pakete vegan und ecodist verwendet.

Feldarbeit

Für die Feldarbeit wurden 11 Dauerzäune besucht. Dabei wurden die Biomasse, die Vegetationshöhe, die Anzahl der Bäume und der Zustand der Dauerzäune aufgenommen. Unter den Standorten gab es Waldflächen (Val Trupchun 8,9,12,15 und 16), Wiesenflächen (Val Trupchun 32, Stabelchod (1), Grimmels und Fuornwiese) und zwei Standorte (Stabelchod(2) und Alp la Schera) die sich nicht klar als Wald- oder Wiese fläche kategorisieren lassen. Um die Biomasse zu messen wurden 4 Streifen (1 m x 7.5 cm) pro Zaun und Kontrolle geschnitten. Dabei wurden Flächen zufällig ausgewählt jedoch nicht dort, wo die Flächen für die Vegetationsaufnahmen sind. Die Biomasse wurde während 2-3 Tagen bei 65° C getrocknet und nachher das Trockengewicht gewogen. Um die Vegetationshöhe zu bestimmen wurde gemessen, auf welcher maximalen Höhe ein 60cm langer Stab (horizontal gehalten) 5 Berührungen mit Pflanzen hat. Diese Messmethode ist durch die Dichte der vorkommenden Pflanzen beeinflusst. Eine höhere Dichte von Pflanzen macht eine höhere Vegetationshöhenmessung wahrscheinlicher. Da die Vegetationsbedeckung in Zaun- und Kontrollflächen ähnlich waren, ist der Einfluss auf die Auswertungen jedoch nicht gross. Die Messung wurde pro Zaun und Kontrolle 16-mal wiederholt. Alle Bäume (Arven, Lärchen, Bergföhren, höher als 10cm), die im Zaun oder auf der Kontrollfläche standen (gleiche Flächengrösse), wurden gezählt und die Höhe gemessen. Der Zustand der Versuchflächen wurde aufgenommen, indem aufgeschrieben wurde, welche Markierungen der Flächen noch vorhanden sind (A.2).

Für jeden Standort und jede Variable (Vegetationshöhe/ Biomasse) wurde ein T-Test durchgeführt um zu überprüfen, ob es einen Unterschied zwischen Zaun und Kontrolle gibt. Die Auswertung zur Baumverjüngung wurde mithilfe eines gepaarten T-Tests durchgeführt. Ausgewertet wurden die Daten aller Standorte miteinander, da ein Vergleich pro Standort nicht möglich ist, da es nur ein Wert pro Zaun- und Kontrollfläche gibt. Die Daten der Feldarbeit wurden ebenfalls mit R Studio Version 3.1.1 ausgewertet.

Resultate

Vegetationsdaten 1992-2008

Aus der Redundanzanalyse der Daten der Vegetationsaufnahmen von 1992 bis 2008 ergeben sich verschiedene Signifikanzen für den Einfluss der Zeit auf die Entwicklung der Zaun- und Kontrollflächen. An 13 Standorten ist die unterschiedliche Entwicklung der Zaun- und Kontrollfläche signifikant. An den übrigen zehn Standorten ist die Entwicklung der Zaun- und Kontrollfläche nicht signifikant verschieden im Versuchszeitraum ($p > 0.05$) (Tab. 1). Wenn nur die Standorte berücksichtigt werden, welche eine Aufnahmezeitspanne von grösser als 4 Jahre besitzen, dann sieht man, dass es nur noch zwei Standorte gibt, die keine signifikant unterschiedliche Entwicklung der Zaun- und Kontrollfläche haben ($p > 0.05$).

Tab. 1 Redundanzanalyse aller Standorte

Untersuchungsort	Höhe, Exposition	Zeitspanne	p-Wert
Val Trupchun 4	2200, N	13 Jahre	0.001 ***
Val Trupchun 5	2200, N	4 Jahre	0.98
Val Trupchun 8	2000, N	17 Jahre	0.031 *
Val Trupchun 9	2000, N	17 Jahre	0.677
Val Trupchun 11	2000, N	4 Jahre	0.953
Val Trupchun 12	2000, N	17 Jahre	0.023 *
Val Trupchun 15	2000, S	4 Jahre	0.997
Val Trupchun 16	2000, S	4 Jahre	1
Val Trupchun 19	2020, SW	4 Jahre	0.994
Val Trupchun 20	2000, S	16 Jahre	0.034 *
Val Trupchun 21	2200, S	Nur 1 Aufnahme	
Val Trupchun 24	1840, S	14 Jahre	0.001 ***
Val Trupchun 26	1960, S	14 Jahre	0.001 ***
Val Trupchun 27	2040, S	14 Jahre	0.011 *
Val Trupchun 28	2120, S	14 Jahre	0.009 **
Val Trupchun 32	2000, SW	16 Jahre	0.001 ***
Val Trupchun Varusch		15 Jahre	0.032 *
Minger	2150, O	Nur 1 Aufnahme	
Grimmels	2120	3 Jahre	0.002 **
Il Fuorn	1800	6 Jahre	0.001 ***
Alp la Schera	2100, SW	6 Jahre	0.254
Stabelchod (1)	1900	6 Jahre	0.055 .
Stabelchod (2)	2000	Nur 1 Aufnahme	

Die vielen Signifikanzen aus der Redundanzanalyse können daher kommen, dass sie die Unterschiede von Jahr zu Jahr abbilden und nicht wie das Ziel dieser Analyse eigentlich ist, ein unterschiedlicher Trend der Kontroll- und Zaunflächen. So lässt sich dann auch, trotz der Angabe der vielen Signifikanzen ($p < 0.05$) der Redundanzanalyse, in der grafischen Darstellung der Hauptkoordinatenanalyse kein klarer Unterschied zwischen Kontroll- und Zaunflächen erkennen. Die Flächen scheinen schon am Anfang verschieden gewesen zu sein, und dieser Unterschied schien bestehen zu bleiben. In Abb. 3 sieht man die grafische Darstellung des Standortes Val Trupchun 4. In der Redundanzanalyse hat sich ein p -Wert von 0.001 ergeben. In der Grafik sieht man, dass eine grosse Varianz innerhalb eines Jahres und einer Behandlung besteht. Man sieht auch, dass die Flächen schon am Anfang unterschiedlich waren. Im Vergleich zum Standort Val Trupchun 4, wo p klein ist, ist beim Standort Val Trupchun 9 $p = 0.67$ (Abb.4). Dabei zeigt sich eigentlich das gleiche Bild wie beim Standort Val Trupchun 4. Die Varianz innerhalb eines Jahres und einer Behandlung ist gross und der Zaun und die Kontrolle haben die anfänglichen Unterschiede beibehalten.

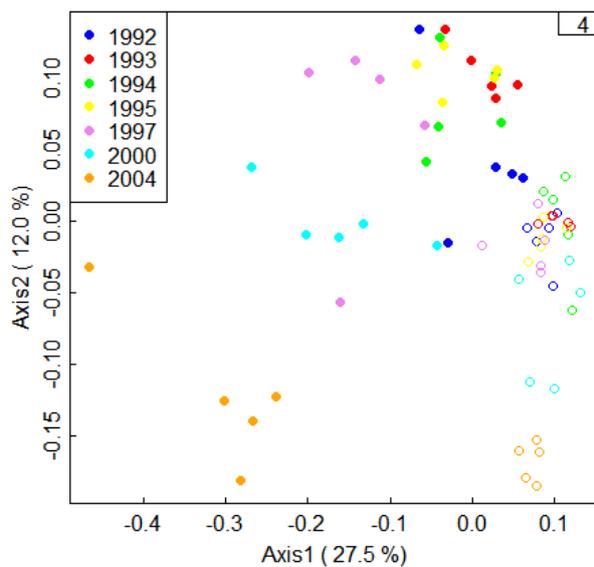


Abb. 3 Hauptkoordinatenanalyse für Val Trupchun 4;
ausgefüllte Kreise=Zaunflächen, leere
Kreise=Kontrollflächen

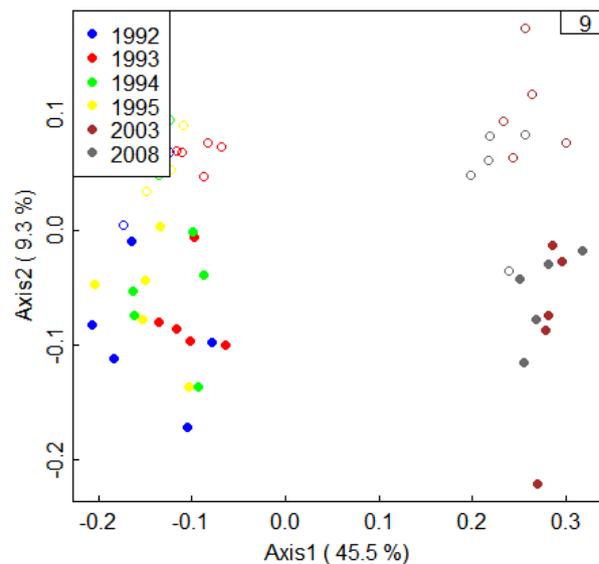


Abb. 4 Hauptkoordinatenanalyse für Val Trupchun 9;
ausgefüllte Kreise=Zaunflächen, leere
Kreise=Kontrollflächen

Beim Ähnlichkeitsvergleich sieht die Situation auf der Grafik bei den meisten Flächen so aus, dass die Zaun- und Kontrollflächen schon von Anfang an unterschiedlich waren und diesen Unterschied über die Jahre behielten. Wenn man nur die Anfangs- und Endunterschiede für jede Fläche berücksichtigt und alle Flächen zusammen anschaut, so ergibt sich, dass der Unterschied in der Artzusammensetzung zwischen den Flächen im Vergleich zu innerhalb der Flächen über den Untersuchungszeitraum unwesentlich zugenommen hat. Abb. 5 und Abb.6 zeigen Resultate vom Ähnlichkeitsvergleich. Dies sind wieder die gleichen Beispiele

wie bei der Hauptkoordinatenanalyse. Bei Abb. 5 sieht man, dass die Unterschiede innerhalb der Kontrolle schon klein waren am Anfang und auch klein blieben. Die Unterschiede innerhalb des Zaunes waren am Anfang schon recht gross und haben etwas zugenommen. Die Unterschiede zwischen dem Zaun und der Kontrolle waren schon am Anfang recht gross und sind weiter gewachsen. Zaun und Kontrolle haben sich also möglicherweise etwas anders entwickelt. Bei Abb. 6 sieht man, dass die Unterschiede innerhalb des Zaunes, die Unterschiede innerhalb der Kontrolle und die Unterschiede zwischen dem Zaun und der Kontrolle zugenommen haben. Die Entwicklung war also nicht unterschiedlich zwischen Zaun und Kontrolle.

Die Grafiken aller Standorte und Auswertungsmethoden sind im Anhang (A.6).

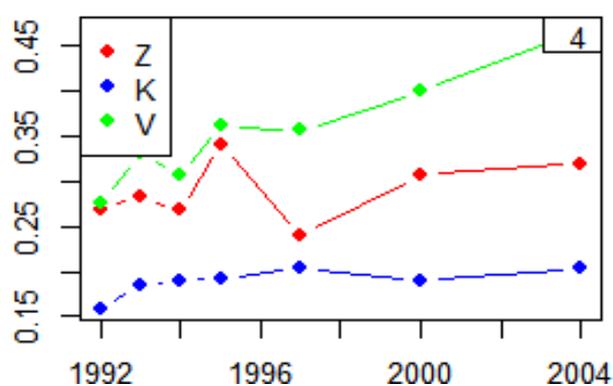


Abb. 6 Ähnlichkeitsvergleich von Zaun- und Kontrolle an Val Trupchun 4. Aufnahmejahre sind: 1992-1995, 1997, 2000, 2004. (Z= Zaun-Zaun, K=Kontrolle-Kontrolle, V=Vergleich (Zaun-Kontrolle))

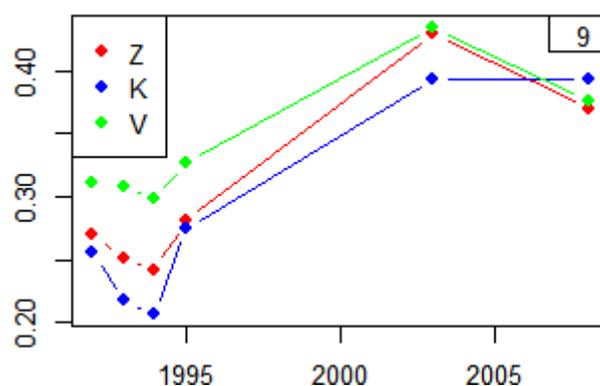


Abb. 5 Ähnlichkeitsvergleich von Zaun- und Kontrolle an Val Trupchun 9. Aufnahmejahre sind: 1992-1995, 2003, 2008. (Z= Zaun-Zaun, K=Kontrolle-Kontrolle, V=Vergleich (Zaun-Kontrolle))

Feldarbeit

Die Pflanzenbiomasse unterschied sich bei 7 der 11 Standorte signifikant ($p < 0.05$) zwischen der Zaun- und der Kontrollfläche (Abb.7). Innerhalb des Zaunes war bei diesen 7 Standorten mehr Pflanzenmaterial vorhanden als ausserhalb.

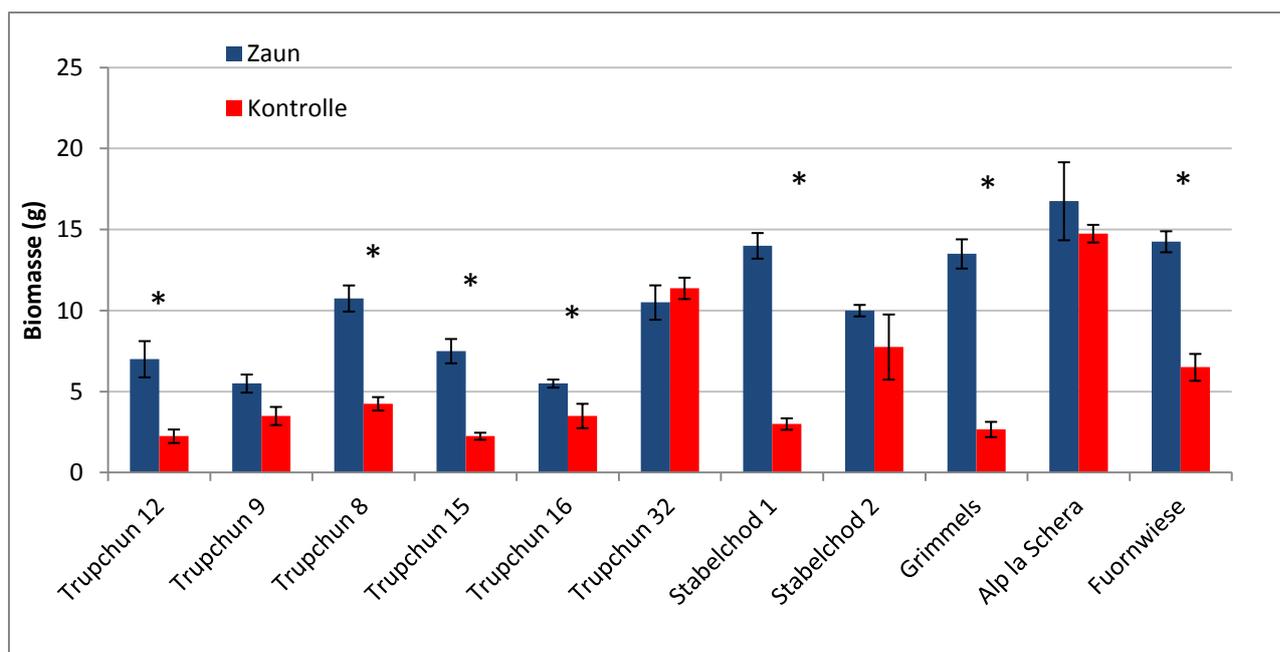


Abb. 7 Biomassevergleich von Zaun- und Kontrollflächen (* entspricht $p < 0.05$). N=4; ausser Val Trupchun 8 Zaun N=8, Val Trupchun 32 Zaun N=8, Val Trupchun 32 Kontrolle N=8

Bei der Vegetationshöhe gab es bei 10 der 11 Untersuchungsstandorte einen signifikanten Unterschied ($p < 0.05$) (Abb.8), wobei innerhalb des Zaunes die Vegetationshöhe grösser war als bei der Kontrolle.

Die 7 Standorte, die bei der Biomasse einen Unterschied zeigten, zeigten auch bei der Vegetationshöhe einen Unterschied.

Die Auswertung der Anzahl Bäume hat ergeben, dass bei zwei Standorten die Anzahl der Bäume auf der Kontrollfläche grösser ist als auf der Zaunfläche, dass an sechs Standorten die Anzahl der Bäume auf der Zaunfläche grösser ist als auf der Kontrollfläche und dass es bei zwei Standorten gar keine Bäume hat (Abb.9). Der p-Wert des gepaarten T-Tests ist 0.1115. Es gibt demnach nicht signifikant mehr Bäume innerhalb des Zaunes verglichen mit der Kontrollfläche. Auf eine Analyse der Baumhöhen auf den Kontroll- und Zaunflächen wurde verzichtet, da es nur fünf Standorte gab, an denen sowohl auf den Kontroll- wie auch auf den Zaunflächen Bäume vorkamen.

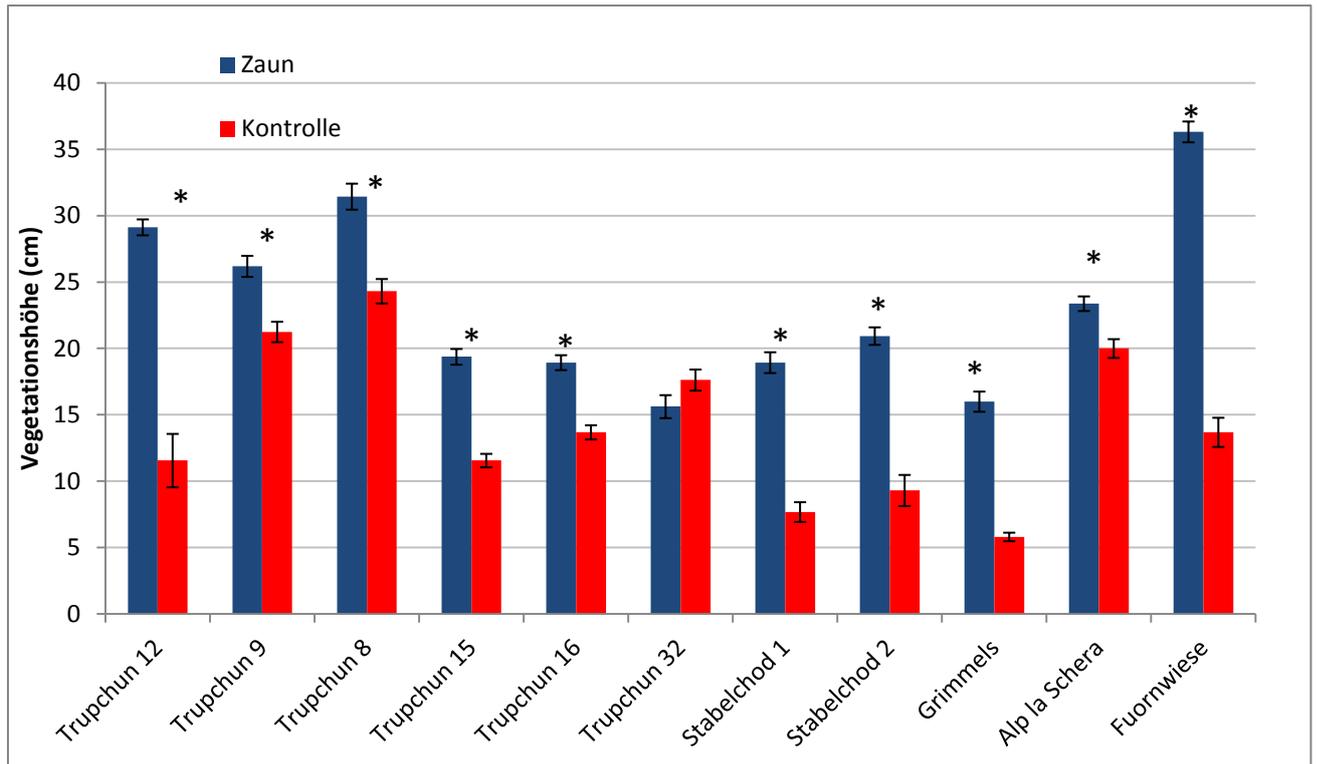


Abb. 8 Vegetationshöhenvergleich von Zaun- und Kontrollflächen (* entspricht $p < 0.05$). N=16

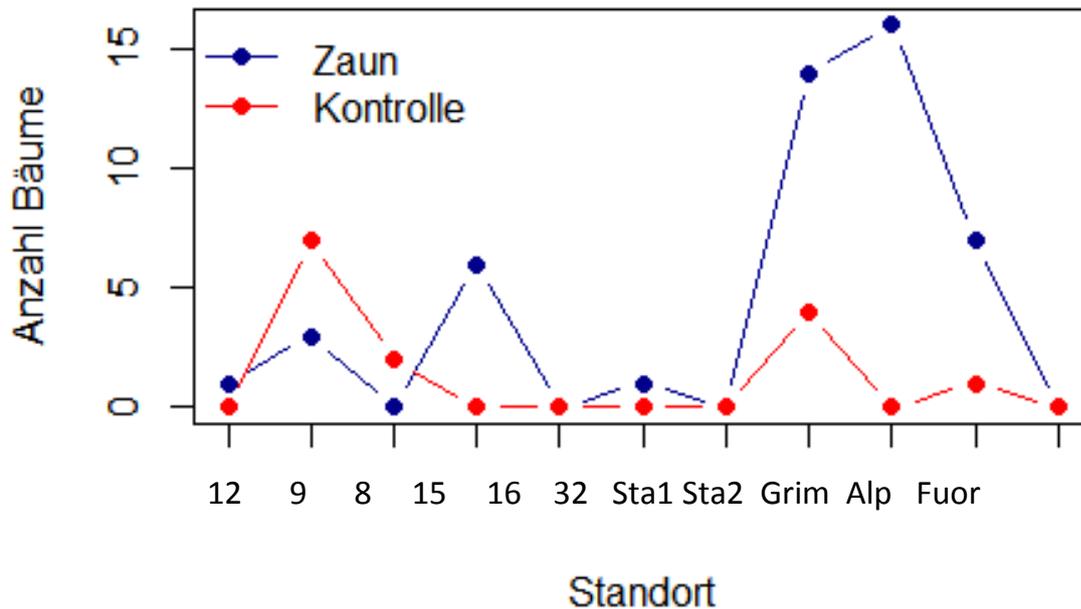


Abb. 9 Vergleich der Anzahl Bäume auf der Zaun- und Kontrollfläche

Diskussion

Wilde Huftiere können die Vegetationszusammensetzung, Biomasse und Baumverjüngung auf verschiedene Arten beeinflussen. Der offensichtlichste Einfluss ist die Beweidung der Flächen. Das kann man auch an den durchgeführten Biomassemessungen sehen. Weitere Einflüsse sind Samenverteilung durch Dung, Nährstoffumverteilung durch Fressen des Pflanzenmaterials und durch das Ausscheiden von Dung, eine Veränderung der Bodentemperatur, Bodenfeuchte und Abbaurate. Das Beweiden von Flächen durch Hirsche hat auch einen Einfluss auf die Nährstoffe, die sich im Boden und in den Pflanzen befinden.

(i) Ändert sich die Artenzusammensetzung der Vegetation durch den Einfluss der Huftiere?

Die Auswertung der Vegetationsdaten zeigt ganz unterschiedliche Resultate (Tab.1). Ganz generell kann jedoch gesagt werden, dass, obwohl die Redundanzanalyse zum Teil hohe Signifikanzen ergeben hat, dies in den Grafiken nicht unbedingt ersichtlich ist. Andere Studien über den Einfluss von Hirschen auf die Vegetationsveränderungen zeigen einen Einfluss von Hirschen auf die Vegetationszusammensetzung. Es kommt allerdings stark auf die Eigenschaften einer Fläche und die Zeitspanne einer Untersuchung an, ob ein Einfluss von Huftieren festgestellt wird.

Eine Studie von Schutz et al. (2003) untersuchte den Einfluss von Rothirschen auf Dauerflächen im Schweizerischen Nationalpark. Diese Auswertung hat einen Einfluss des Wildes auf die Diversität der Pflanzen festgestellt. Diese Studie stellte die Veränderung der Artenzusammensetzung der Vegetation der nährstoffreichen Kurzrasenwiesen im Nationalpark seit der Parkgründung fest. Diese Veränderung ist allerdings auf den nicht nährstoffreichen Flächen nicht wiederzufinden. Auch im Wald hat sich die Krautschicht seit der Gründung nicht verändert (Schütz et al. 2005). Deleglise et al. (2011) fanden unterschiedliche Effekte von Beweidungsausschluss für unterschiedlich produktive Flächen. Auf produktiveren Flächen nahm der Artenreichtum ab nach Beweidungsausschluss, wohingegen der Artenreichtum zunahm auf weniger produktiven Flächen. Die gleiche Studie zeigt, dass der Einfluss von der Skala der Untersuchungsfläche abhängt. Webster et al. (2005) haben einen Auszäunungsversuch durchgeführt, bei dem die Diversität der frühblühenden Pflanzen untersucht wurden. Nach 8 Jahren wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Diversität der Blütenpflanzen im Zaun und in der Kontrolle über alle Flächen festgestellt. Die Studie fand auch heraus, dass eine Regeneration von sensitiven Pflanzen gegenüber Beweidung nicht stattfindet nach hoher Wildtierdichte. Ein weiteres Auszäunungsexperiment hat sich mit dem Effekt von Hirschen auf die Unterholzvegetation in verschiedenen bewirtschafteten Wäldern beschäftigt. Der Artenreichtum und die Bedeckung des Bodens durch Vegetation sind unterschiedlich für verschieden bewirtschaftete Flächen aber nicht zwischen Zaun- und Kontrollfläche. Die Interaktion von

Beweidung und Bewirtschaftung des Waldes zeigte eine schwache Auswirkung auf die Bodenbedeckung (Kraft et al. 2004). Die Vegetationszusammensetzung auf stark und weniger stark durch Hirsche beweideten Flächen kann sich unterscheiden (Randall and Walters 2011). Die Vegetationsdiversität war auf den Flächen mit stärkerer Beweidung durch Hirsche auch reduziert im Vergleich zu Flächen mit weniger starker Beweidung (Randall and Walters 2011).

Da es bei dieser Untersuchung einerseits Flächen gibt, die 1995 das letzte Mal aufgenommen wurden und es andererseits Flächen gibt, die nur einmal aufgenommen wurden, lassen sich die Flächen nicht so gut miteinander vergleichen. Da jeder Standort einmalig ist, jeder Standort anderen Bedingungen ausgesetzt ist und sich anders über die Jahre entwickelt hat, kann hinterfragt werden, ob es sinnvoll ist diese Flächen miteinander zu vergleichen. Diese Flächen sind möglicherweise alle Unikate und man hat keine Replikationen. Auch wenn man sich die Arten anschaut, die den grössten Unterschied zwischen den Zaun- und Kontrollflächen ausmachen, so stellt man fest, dass nicht überall die gleiche Entwicklung stattgefunden hat. Dies erschwert es eine unterschiedliche Entwicklung zwischen Zaun- und Kontrollfläche festzustellen. Ein Grund, warum beim Auswerten der Vegetationsdaten der Zaun- und Kontrollfläche keine Entwicklung erkennbar ist, kann sein, dass beim Auswerten nicht wie bei Schütz et al. (2005) zwischen Waldflächen, nährstoffreichen Wiesenflächen und nährstoffarmen Wiesenflächen unterschieden wurde, sondern jede einzelne Fläche unabhängig angeschaut wurde. Eine weitere Erklärung für das Resultat dieser Studie kann sein, dass der Untersuchungszeitraum von 17 Jahren für eine Veränderung der Vegetationszusammensetzung nicht sehr lange ist. Die Untersuchung von Schutz et al. (2003) hat eine Veränderung der Artenzusammensetzung durch die Hirsche im Nationalpark festgestellt, allerdings wurde die Untersuchung über eine viel längere Zeitspanne gemacht und deutet an, dass sich die Vegetation nur langsam verändert und die Zeitspanne in dieser Studie vielleicht nicht ausreicht um einen Unterschied zu sehen. Die speziellen Bedingungen im Nationalpark (Höhe über Meer, Temperatur, kurze Vegetationsperiode) haben zur Folge, dass Veränderungen nur sehr langsam geschehen. Da die Hirschkichte im Nationalpark schon zu Beginn der Studie sehr hoch war, kann es sein, dass die sensitiven Arten zu diesem Zeitpunkt vielleicht schon verschwunden waren und sich noch nicht wieder regeneriert haben. Ein Faktor, der bei der Studie von Kraft et al. (2004) für den Unterschied auf den Zaun- und Kontrollflächen verantwortlich war, ist die Bewirtschaftung einer Fläche. Da im Nationalpark keine Bewirtschaftung stattfindet überrascht es nicht, dass kein Unterschied festgestellt wurde. Anders als diese Untersuchung fand Deleglise et al. (2011) einen Einfluss der Hirsche auf die Vegetation. Allerdings lässt sich das andere Resultat vielleicht damit erklären, dass vor der Errichtung der Zaunflächen im Nationalpark ein gleich hoher Beweidungsdruck auf den Zaun- und

Kontrollflächen bestand und daher der Einfluss der hohen Beweidung noch vorhanden ist auf den Zaunflächen. Da bei der Hauptkoordinaten- und Redundanzanalyse kein Unterschied zwischen produktiven und weniger produktiven Gebieten gemacht worden ist, ist es gut möglich, dass deswegen kein Einfluss der Huftiere festgestellt wurde.

Eine Studie, die die Keimfähigkeit von Samen im Dung von Hirschen untersucht hat, fand heraus, dass ein Teil der Samen keimfähig bleibt und dass somit ein Potential besteht, dass Hirsche als Samenverteiler eine Rolle spielen (Iravani et al. 2011). Weiter wurde herausgefunden, dass Arten des Kurzgrasrasens überproportional häufig im Dung vorkommen. Die Hirsche verteilen also die Samen ihrer bevorzugten Beweidungsfläche (Iravani et al. 2011). Das könnte also für die Zaunflächen bedeuten, dass die Samenvorkommen anders sind als auf den Kontrollflächen und dass sich nach längerer Zeit die Vegetationszusammensetzung stärker verändert. In einer Studie über den Einfluss des Hirsches auf Phosphor wurde herausgefunden, dass nährstoffreiche Flächen, die oft beweidet werden, sowohl einen grösseren Phosphorverlust haben durch das Abfressen von Pflanzenmaterial, wie auch eine grössere Eingabe haben von Phosphor durch Dung als nährstoffarme Flächen. Trotzdem haben nährstoffreiche Flächen einen jährlichen Verlust von Phosphor (Flueck 2009). Dieser Verlust ist jedoch sehr gering und ist nur über eine sehr lange Zeit relevant (Schutz et al. 2006). Wenn bei einer Zaunfläche jedoch die Hirsche ausgesperrt werden, treten diese Effekte nicht auf und haben somit einen Einfluss auf die Vegetationszusammensetzung. Da dieser Prozess, wie auch die Veränderung des Samenvorkommens aber sehr langsam abläuft kann es sein, dass deswegen in den Resultaten keine klar unterschiedliche Entwicklung zwischen Zaun- und Kontrollfläche sichtbar ist. Indirekt werden durch die Beweidung auch die Bodeneigenschaften verändert. Dies wiederum kann einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung haben. Je stärker die Beweidung, desto weniger Biomasse, desto mehr steigt die Temperatur. Gerade umgekehrt verhält es sich mit der Bodenfeuchte: stärkere Beweidung bedeutet eine Abnahme der Bodenfeuchte. Die Abbaurate hingegen nimmt mit zunehmender Beweidung zu (Haynes et al. 2014). All diese Effekte scheinen bei der kurzen Untersuchungsperiode keinen genug grossen Einfluss zu haben, als dass sich die Artenzusammensetzung zwischen Zaun und Kontrolle geändert hätte.

(ii) Sind die Biomasse und Vegetationshöhe unterschiedlich auf beweideten und unbeweideten Flächen?

Die Auswertung der Feldaufnahmen sieht für die Biomasse und die Vegetationshöhe recht eindeutig aus. Die Abwesenheit von Huftieren scheint einen Einfluss zu haben auf diese Parameter. Dass Huftiere auch in anderen Untersuchungen einen Einfluss auf die Biomasse der Pflanzen haben können zeigt eine Studie von Randall and Walters (2011). So fanden sie

heraus, dass es stärker beweidete Flächen gibt, auf denen die Masse von Farnen, Seggen und Holzpflanzen dreimal grösser ist als auf weniger stark beweideten Flächen (Randall and Walters 2011). Der Standort Val Trupchun 32, wo sowohl die Biomasse als auch die Vegetationshöhe grösser war auf der Kontrollfläche wirft Fragen auf, da sich dieser Standort auf einer von den Huftieren häufig beweideten Fläche befindet. Vor Ort sieht man bei diesem Standort jedoch, dass die Kontroll- und Zaunflächen ganz andere Eigenschaften haben. Die Kontrollfläche hat eine geschlossene Vegetationsbedeckung, wo hingegen die Zaunfläche eine sehr lückenhafte Vegetationsbedeckung hat. Was die Auswertung der Daten etwas unsicher macht ist, dass an zwei Standorten (Fuornwiese und Alp la Schera) die Kontrollfläche nicht mehr eindeutig identifizierbar war. Deshalb wurde einfach eine ähnliche Fläche in der Umgebung des Zaunes als Kontrollfläche angenommen. Vielleicht hat auch der Standort einen Einfluss auf die Entwicklung des Zaunes, der Kontrolle. So kann es sein, dass der Einfluss von Huftieren auf Wiesen grösser ist als im Wald, da diese Flächen stärker von den Huftieren beweidet werden. Waldflächen sind Val Trupchun 8,9,12,15 und 16. Wiesenflächen sind Val Trupchun 32, Stabelchod (1), Grimmels und Fuornwiese. Stabelchod(2) und Alp la Schera sind Standorte, die sich nicht klar als Wald oder Wiese kategorisieren lassen. Bei der Biomasseauswertung sieht man im Vergleich von Waldstandorten und Wiesenstandorten, mit Ausnahme von Val Trupchun 32, dass bei den Wiesenflächen ein grosser Unterschied zwischen Zaun und Kontrolle besteht, wo hingegen bei den Waldflächen ausser bei Val Trupchun 8 kein so grosser Unterschied besteht. Bei der Vegetationshöhe sieht man einen ähnlichen Trend, da vor allem der Standort Fuornwiese und Stabelchod (1) eine deutlich höhere Vegetationshöhe hat im Vergleich zu der Kontrollfläche, als Val Trupchun 8, 9, 15 und 16. Man könnte sich auch vorstellen, dass die ehemalige Bewirtschaftung einen Einfluss hat auf die im Moment beobachteten Biomasse- und Vegetationshöhemessungen. Da Alp La Schera und Val Trupchun 32 früher Alpen waren und somit beweidet wurden, würde man annehmen, dass die dort vorkommenden Arten gut an Beweidung angepasst sind. Bei einem Vergleich von Unterholzproduktivität auf Flächen mit hoher Hirschdichte und Flächen mit tiefen Hirschdichten kam heraus, dass die Hirschdichte einen Einfluss hat. Flächen die an Beweidung gewohnt sind hatten mehr Biomasse als Flächen, die historisch nicht beweidet wurden (Randall and Walters 2011). Bei Alp La Schera ist der Unterschied zwischen Zaun und Kontrolle in der Tat nicht sehr gross und zwar sowohl bei der Biomassemessung wie auch bei der Vegetationshöhemessung. Bei Val Trupchun sind sowohl die Vegetationshöhe wie auch die Biomasse grösser in der Kontrolle als im Zaun. Da sich aber nur zwei Untersuchungsstandorte auf ehemaligen Alpen befinden, lässt sich schwer eine Aussage darüber machen. Langenegger (2004) untersuchte ebenfalls die Biomasseproduktion auf Zaun- und Kontrollflächen im Schweizerischen Nationalpark. Die Resultate zeigen eine höhere Biomasseproduktion innerhalb der

Zaunflächen als ausserhalb. Die Untersuchung der Biomasseproduktion über das Jahr zeigte zudem, dass innerhalb des Zaunes die Produktion von Biomasse Anfang Sommer grösser ist als auf der Kontrollfläche (Langenegger 2004). Das könnte einen Einfluss auf die Biomassemessungen während den Feldaufnahmen gehabt haben, da diese Anfang Sommer stattfanden.

(iii) Hat das Wild einen Einfluss auf die Baumverjüngung?

Die Aufnahme von den Bäumen auf Kontroll- und Zaunfläche hat ergeben, dass das Wild keinen Einfluss auf die Anzahl Bäume hat. Dieses Resultat wird gestützt durch eine Studie von Brullhardt et al. (2015). Diese untersuchte den Einfluss der Huftiere auf die Regeneration des Waldes im Schweizerischen Nationalpark. Sie untersuchte die Dichte und Diversität von Baumsetzlingen. Dabei stellte sich heraus, dass die hohe Wildtierdichte keinen negativen Einfluss auf die Regeneration des Waldes hat. Allerdings konnte Schütz et al. (2005) eine Veränderung der Zusammensetzung der Jungbäume seit der Parkgründung feststellen. So hat die Bergföhre stark abgenommen, während Arve und Fichte zugenommen haben. Da nicht alle Baumarten gleich verbissen werden, scheint es eine mögliche Erklärung zu sein, dass dafür andere Arten davon profitieren und sich an der Gesamtzahl der Baumsetzlinge nicht viel ändert.

Der gemessene Einfluss von Huftieren auf die Vegetation ist verschieden in verschiedenen Studien und ist von vielen Faktoren (Wildtierdichte, Waldmanagement, Methode usw.) abhängig. Ein Auszäunungsexperiment wie in dieser Untersuchung kann den Nachteil haben, dass eine für die Vegetation ungewöhnlich tiefe Wildtierdichte erzeugt wird und die Untersuchungen somit nicht aussagekräftig sind. Der Einfluss von Hirschen ist kontinuierlich und für gewöhnlich nicht einfach an- oder abwesend (Randall and Walters 2011). Weiter wird bei Auszäunungsexperimenten nicht berücksichtigt, dass innerhalb des Zaunes immer noch ein Effekt von Beweidung da ist, da sich die Vegetation nach dem Beweiden am Regenerieren ist. Diese Regenerierung ist jedoch stark davon beeinflusst, wie die Wildtiere vorher die Samen- und Artenvorkommen beeinflusst haben (Rooney and Waller 2003).

Fazit

Zusammenfassend ist zu sagen, dass sich die Resultate der Untersuchung der Dauerflächen über eine Zeitspanne von 17 Jahren nicht wesentlich von den Untersuchungsergebnissen nach 4 Jahren unterscheiden. Die Auswertung der Vegetationsdaten hat ergeben, dass sich die Zaun- und Kontrollflächen nicht unterschiedlich entwickelt haben in der Artenzusammensetzung. Die Untersuchungen zu den Baumsetzlingen hat ergeben, dass auch da kein Einfluss des Wildes zu erkennen ist. Dieses Resultat ist nicht weiter

erstaunlich, da eine Veränderung der Vegetation und der Einfluss der Hirsche sehr langsam sein kann (Schütz et al. 2005). Bei der Biomasse- und Vegetationshöhenuntersuchung hat sich ergeben, dass ein Unterschied zwischen Zaun- und Kontrollfläche besteht. Dies ist auf Grund der zum Teil starken Beweidung durch Hirsche nicht weiter verwunderlich. Da sich auch nach 17 Jahren keine neuen Entwicklungen auf diesen Flächen ergeben haben ist nicht klar, ob die Weiterführung des Projekts mehr neue Erkenntnisse zu Tage bringen wird.

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Anordnung der Zaun- und Kontrollflächen	6
Abb. 2 Beispiel für eine Zaun- und Kontrollfläche (Stabelchod (2)).....	6
Abb. 3 Hauptkoordinatenanalyse für Val Trupchun 4.....	10
Abb. 4 Hauptkoordinatenanalyse für Val Trupchun 9.....	10
Abb. 5 Ähnlichkeitsvergleich von Zaun- und Kontrolle an Val Trupchun 4.	11
Abb. 6 Ähnlichkeitsvergleich von Zaun- und Kontrolle an Val Trupchun 9.	11
Abb. 7 Biomassevergleich von Zaun- und Kontrollflächen	11
Abb. 8 Vegetationshöhenvergleich von Zaun- und Kontrollflächen	13
Abb. 9 Vergleich der Anzahl Bäume auf der Zaun- und Kontrollfläche.....	13

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Redundanzanalyse aller Standorte.....	9
----------------------------------------------	---

Referenzen

- Brüllhardt, M., A. C. Risch, F. Filli, R. M. Haller and M. Schütz (2015). Spatiotemporal dynamics of natural tree regeneration in unmanaged subalpine conifer forests with high wild ungulate densities. *Canadian Journal of Forest Research* **45**: 607-614.
- Camenisch, M. (1999). Die botanischen Dauerflächen in den Auszäunungen der Val Trupchun von 1992 bis 1995, Forschungskommission des Schweizerischen Nationalpark.
- Camenisch, M. and M. Schütz (2000). Temporal and spatial variability of the vegetation in a four-year exclosure experiment in Val Trupchun (Swiss National Park). *Succession research in the Swiss National Park. Nationalpark-Forschung in der Schweiz* 165-188.
- Deleglise, C., G. Loucougaray and D. Alard (2011). Effects of grazing exclusion on the spatial variability of subalpine plant communities: A multiscale approach. *Basic and Applied Ecology* **12**: 609-619.
- Flueck, W. T. (2009). Biotic translocation of phosphorus: the role of deer in protected areas. *Sustainability* **1**: 104-119.
- Gill, R. M. A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests .1. Deer. *Forestry* **65**: 145-169.
- Gill, R. M. A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests .3. Impact on trees and forests. *Forestry* **65**: 363-388.
- Haynes, A. G., M. Schütz, N. Buchmann, D. S. Page-Dumroese, M. D. Busse and A. C. Risch (2014). Linkages between grazing history and herbivore exclusion on decomposition rates in mineral soils of subalpine grasslands. *Plant and Soil* **374**: 579-591.
- Iravani, M., M. Schütz, P. J. Edwards, A. C. Risch, C. Scheidegger and H. H. Wagner (2011). Seed dispersal in red deer (*Cervus elaphus* L.) dung and its potential importance for vegetation dynamics in subalpine grasslands. *Basic and Applied Ecology* **12**: 505-515.
- Kraft, L. S., T. R. Crow, D. S. Buckley, E. A. Nauertz and J. C. Zasada (2004). Effects of harvesting and deer browsing on attributes of understory plants in northern hardwood forests, Upper Michigan, USA. *Forest Ecology and Management* **199**: 219-230.
- Langenegger, A. (2004). The influence of ungulates on above-and belowground biomass, seasonal production and decomposition in an exclosure experiment in the Swiss National Park, Diplomarbeit, ETH Zürich.
- Baumann, M., P. Brang., T. Burger, R. Eyholzer, N. Imesch, S. Herzog, A. Kupferschmid, D. Rügge, and A. Wehrli (2010). Wald und Wild – Grundlagen für die Praxis. *Umwelt-Wissen*. **UW-1013-D** 232.
- Monzon, A., S. V. da Silva and F. T. Manso (2012). Integrating the deer (*Cervus elaphus*) in the Portuguese forests: Impacts and new challenges for forest certification. *Forest Ecology and Management* **267**: 1-6.
- Randall, J. A. and M. B. Walters (2011). Deer density effects on vegetation in aspen forest understories over site productivity and stand age gradients. *Forest Ecology and Management* **261**: 408-415.
- Rooney, T. P. and D. M. Waller (2003). Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* **181**: 165-176.
- Schütz, M. (2005). Huftiere als «Driving Forces» der Vegetationsentwicklung. *Forum für Wissen*.
- Schütz, M., A. C. Risch, G. Achermann, C. Thiel-Egenter, D. S. Page-Dumroese, M. F. Jurgensen and P. J. Edwards (2006). Phosphorus translocation by red deer on a subalpine grassland in the Central European Alps. *Ecosystems* **9**: 624-633.
- Schütz, M., A. C. Risch, E. Leuzinger, B. O. Krüsi and G. Achermann (2003). Impact of herbivory by red deer (*Cervus elaphus* L.) on patterns and processes in subalpine grasslands in the Swiss National Park. *Forest Ecology and Management* **181**: 177-188.

- Webster, C. R., M. A. Jenkins and J. H. Rock (2005). Long-term response of spring flora to chronic herbivory and deer exclusion in Great Smoky Mountains National Park, USA. *Biological Conservation* **125**: 297-307.
- Zuur, A. F., E. N. Ieno and G. M. Smith (2007). *Analysing Ecological Data*. Springer

Anhang Bachelorarbeit Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark

Inhalt

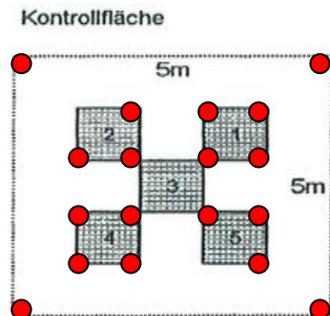
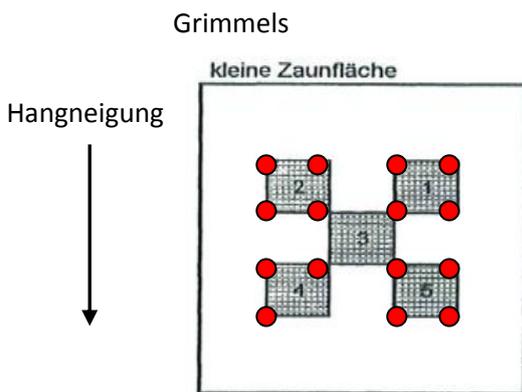
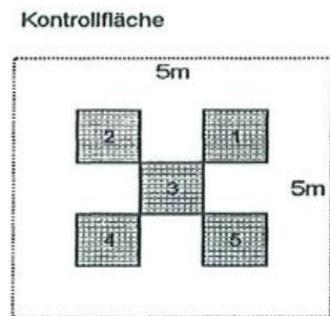
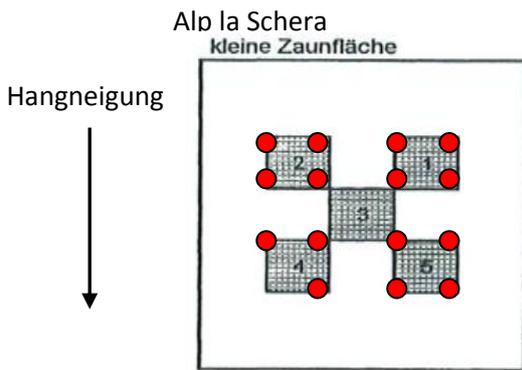
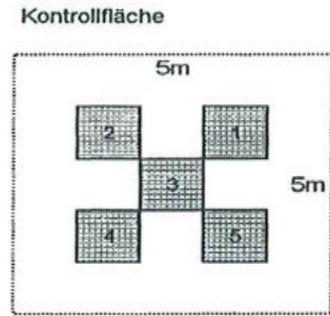
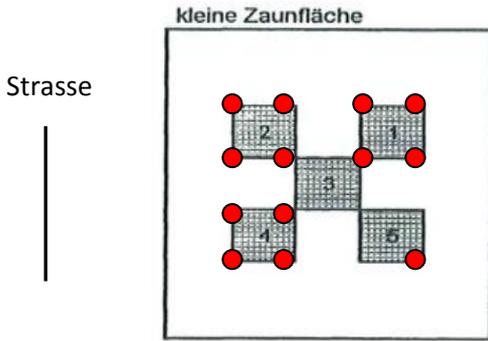
A.1 Standortskarte der Dauerzäune.....	3
A.2 Zustand der Dauerzäune	4
Feldarbeit	4
Zustandsbericht Nationalpark 2014	8
A.4 Aufnahmeplan.....	10
A.5 Durchgeführte Aufnahmen	11
A.6 Grafiken aller Standorte.....	12
Hauptkoordinatenanalyse.....	12
Ähnlichkeitsvergleich	21
A.7 Eigenständigkeitserklärung.....	22

A.2 Zustand der Dauerzäune

Feldarbeit

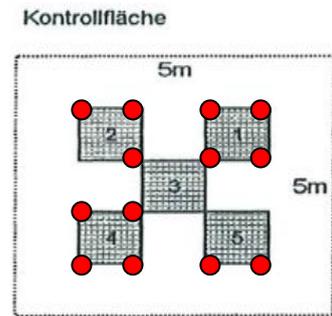
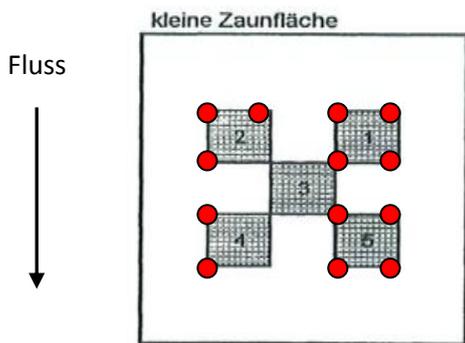
Markierung noch vorhanden/gefunden: ●

Fuornwiese

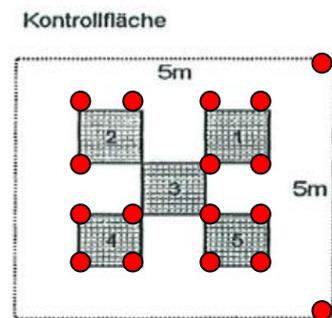
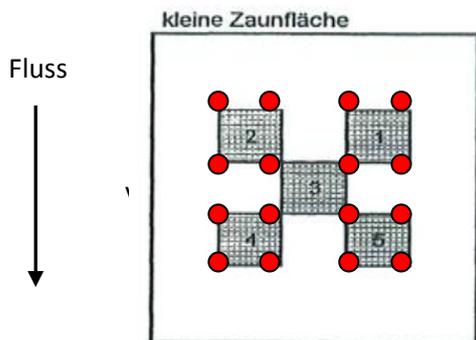


Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark

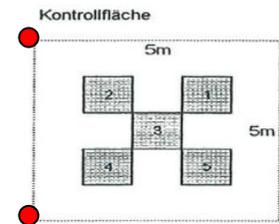
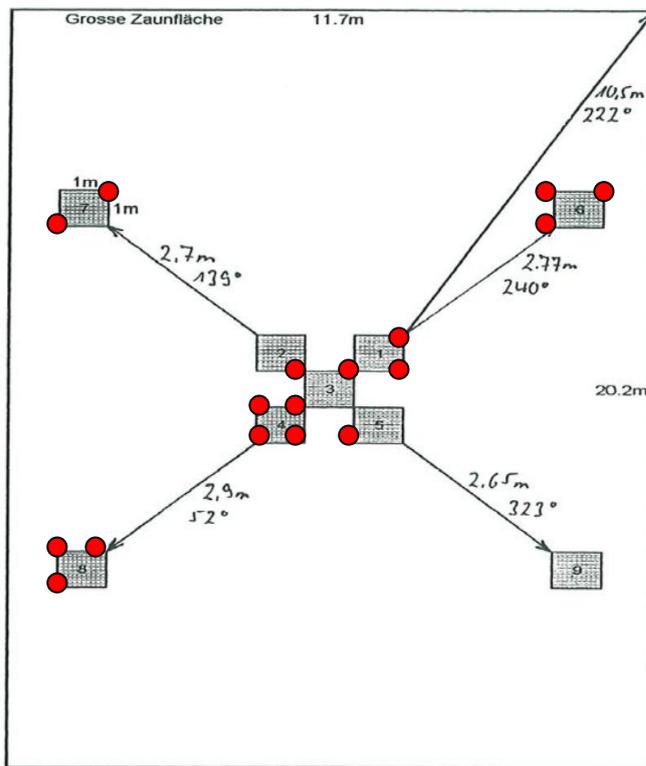
Stabelchod (2)



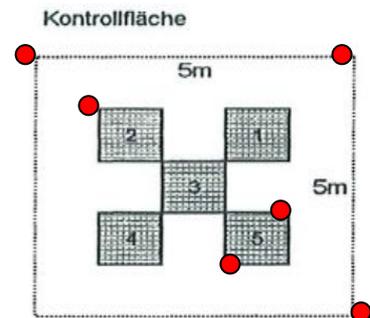
Stabelchod (1)



Val Trupchun 32



Val Trupchun 16



Zaun nicht mehr am Pfosten befestigt

Val Trupchun 15

Lage Zaun / Kontrolle

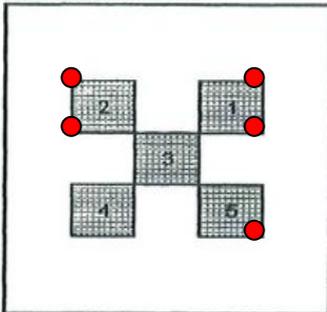


Kontrollfläche ist unten links vom Zaun und nicht unten rechts.

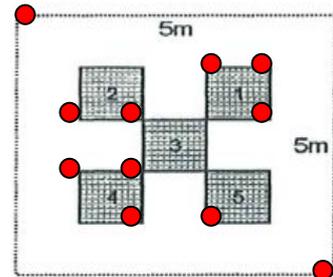


Hangneigung

kleine Zaunfläche



Kontrollfläche

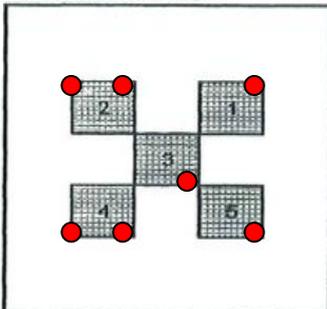


Hangneigung

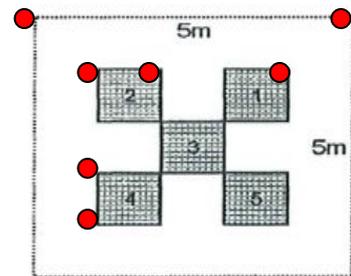


Val Trupchun 12

kleine Zaunfläche



Kontrollfläche

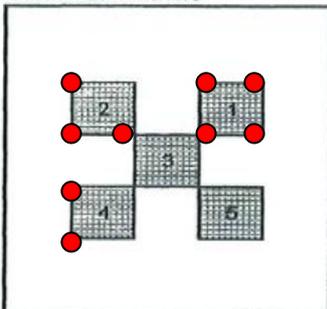


Hangneigung

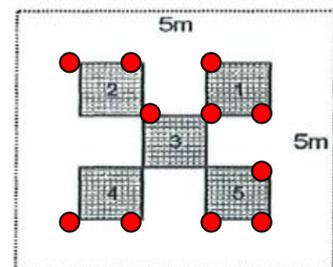


Val Trupchun 9

kleine Zaunfläche



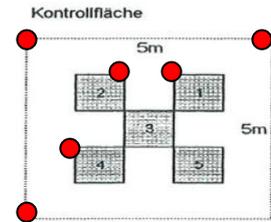
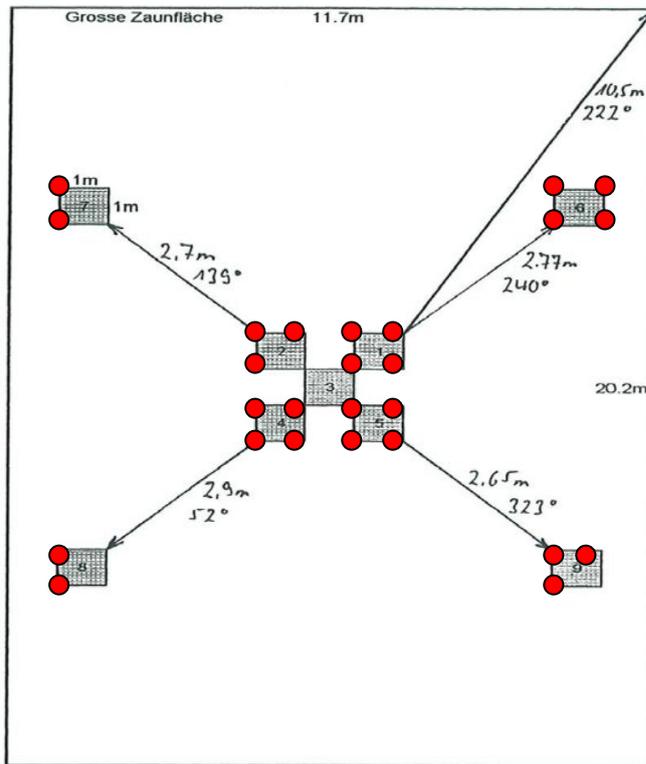
Kontrollfläche



Hangneigung



Val Trupchun 8



Zustandsbericht Nationalpark 2014

Name	Koor N	Koor E	Zustand	Datum	Bemerkungen
Minger Dadaint	1176997	2816244	gut	29.10.2014	
Grimmels	1171886	2810165	gut	10.11.2014	
Brandfläche	1172064	2812416	sehr gut	28.10.2014	
Fuornwiese	1171747	2811867	sehr gut	28.10.2014	
Wiese P9 (Stabelchod (1))	1171436	2814448	sehr gut	28.10.2014	
Val dals Truois					
Stabelchod(2)	1172146	2814688	sehr gut	28.10.2014	
Alp la Schera	1169349	2811029	sehr gut	02.11.2014	
God il Fuorn	1171648	2811619		28.10.2014	Kein Zaun vorhanden!
Wald Stabelchod	1171504	2814509		28.10.2014	Kein Zaun vorhanden!
Margunet(DZ3)	1173270	2814400		28.10.2014	Kein Zaun vorhanden!
God Trupchun NP-11-Z	1164073	2801620	Schlecht	27.10.2014	Gitter offen , Pfosten Faul,
God Purcher NP-12-Z	1164700	2799500	gut	27.10.2014	
Dschembrina NP-15-Z	1164871	2800750	gut	27.10.2014	Gitter Spannen
Dschembrina NP-16-Z	1164793	2800871	gut	27.10.2014	Gitter Spannen
Dschembrina NP-19-Z	1164331	2801638		27.10.2014	Kein Zaun vorhanden!
Dschembrina NP-20-Z	1164618	2801101	gut	27.10.2014	Gitter Spannen
Val Channels NP-24-Z	1165108	2799319	sehr gut	27.10.2014	
Val Channels NP-26-Z	1165343	2799455	sehr gut	27.10.2014	
Val Channels NP-27-Z	1165419	2799601	gut	27.10.2014	Gitter Spannen

Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark

Val Chanel NP-28-Z	1165533	2799709	sehr gut	27.10.2014	
Alp Trupchun NP-31-Z	1164200	2802200		27.10.2014	Kein Zaun vorhanden!
Alp Trupchun NP-32-Z	1163945	2802427	gut	27.10.2014	Stützpfeosten lose
God Maloegetta NP-4-Z	1164170	2800511	gut	06.07.2014	
God Trupchun NP-5-Z	1163859	2801504	gut	08.06.2014	Stützpfeosten gebrochen,Gitter Spannen
God Trupchun NP-6-Z	1163850	2801575		08.06.2014	Kein Zaun vorhanden!
God Maloegetta NP-7-Z	1164150	2801300		08.06.2014	Kein Zaun vorhanden!
God Maloegetta NP-8-Z	1164227	2800953	gut	08.06.2014	
God Maloegetta NP-9-Z	1164528	2800440	gut	08.06.2014	Pfeosten sind leicht angefault
Dschembrina West NP-21-Z	1164954	2801011	gut	27.10.2014	
Dschembrina Ost NP-18	1164681	2801316	gut	27.10.2014	

A.4 Aufnahmeplan

Aufnahmejahre	87	90	92	93	94	95	96	97	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
4			x	x	x	x		x		x				x					x						x	
5			x	x	x	x		x			x					x					x					x
6			x																			x				
7			x	x																						
8			x	x	x	x		x							x											x
9			x	x	x	x		x		x					x						x					x
11			x	x	x	x		x	x					x					x					x		
12			x	x	x	x				x					x					x						x
15			x	x	x	x									x											x
16			x	x	x	x									x											x
19			x	x	x	x					x					x						x				x
20			x	x	x	x						x					x						x			
21 (Dschembrina West)	x		x	x	x	x		x						x					x						x	
24			x	x	x	x				x					x					x						x
26			x	x	x	x				x					x						x					x
27			x	x	x	x					x					x						x				x
28			x	x	x	x					x				x							x				x
31			x																							
32			x	x	x	x								x					x					x		
34 (Varusch)	x		(x)	x	x	x					x					x						x				x
Dschembrina Ost																										
Il Fuorn					x	x	x	x				x						x					x			
Stabelchod (1)					x	x	x	x				x						x					x			
Margunet					x	x	x	x																		
La Schera												x											x			
Minger							x						x							x					x	
Grimmels	x				x									x						x					x	
Stabelchod (2)	x				x									x						x					x	

A.5 Durchgeführte Aufnahmen

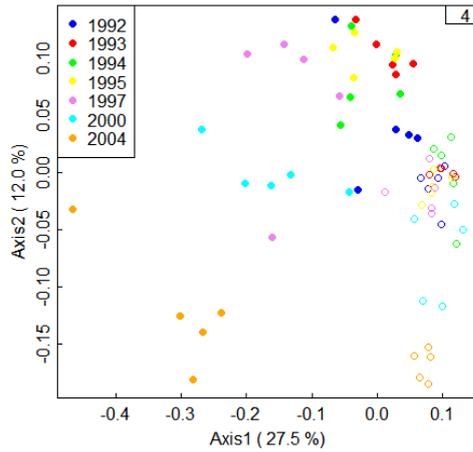
Tal	Name	Exp	Höhe	Start	Gröse	Aufnahmejahre
M	Minger Dadaint	O	2150	1987	5 x 5	2005
F	Grimmels		2120	1987	5 x 5	2005, 2007
F	Brandfläche	S	1900	1987	5 x 5	
F	Fuornwiese		1800	1994	10 x 10	2002, 2003, 2007
F	Stabelchod Wiese P9 (1) Stabelchod Val Truois		1900	1994	10 x 10	2002, 2007
F	(2)		2000	1987	5 x 5	2007
F	Alp la Schera	SW	2100	1994	10 x 10	2002, 2007
T	God Trupchun 11	N	2000	1992	10 x 20	1992–1995
T	God Trupchun 5	N	2200	1992	5 x 5	1992–1995
T	God Maloegetta 8	N	2000	1992	10 x 20	1992–1995, 2003, 2008
T	God Maloegetta 9	N	2000	1992	5 x 5	1992–1995, 2003, 2008
T	God Maloegetta 4	N	2200	1992	10 x 20	1992–1995, 1997, 2000, 2004
T	God Purcher 12	N	2000	1992	5 x 5	1992–1995, 2003, 2008
T	Alp Trupchun 32	SW	2000	1992	9 x 12	1992–1995, 2004, 2007
T	Dschembrina 15	S	2000	1992	5 x 5	1992–1995,
T	Dschembrina 16	S	2000	1992	5 x 5	1992–1995
T	Dschembrina 20	S	2000	1992	5 x 5	1992–1995, 2007
T	Dschembrina West 21	S	2200	1989	5 x 5	2004
T	Dschembrina Ost 18	S	2200	1990	5 x 5	
T	Val Chanel 24	S	1840	1992	5 x 5	1992–1995, 2005
T	Val Chanel 26	S	1960	1992	5 x 5	1992–1995, 2005
T	Val Chanel 27	S	2040	1992	5 x 5	1992–1995, 2005
T	Val Chanel 28	S	2120	1992	5 x 5	1992–1995, 2005

A.6 Grafiken aller Standorte

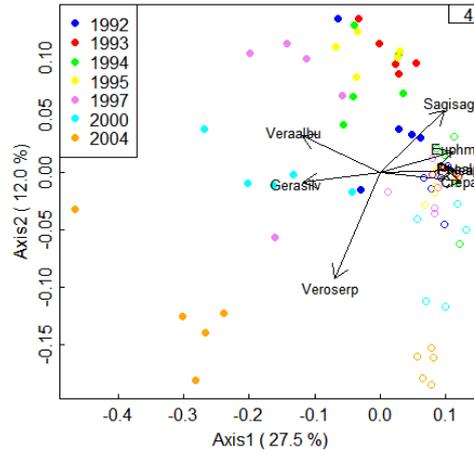
Hauptkoordinatenanalyse

Val Trupchun 4

Hauptkoordinatenanalyse

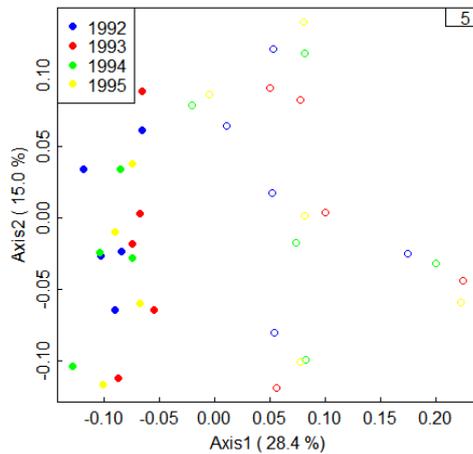


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

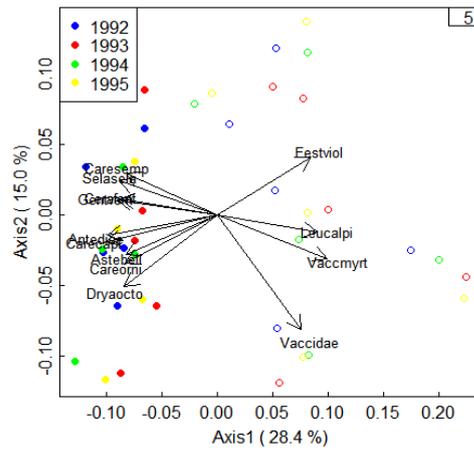


Val Trupchun 5

Hauptkoordinatenanalyse

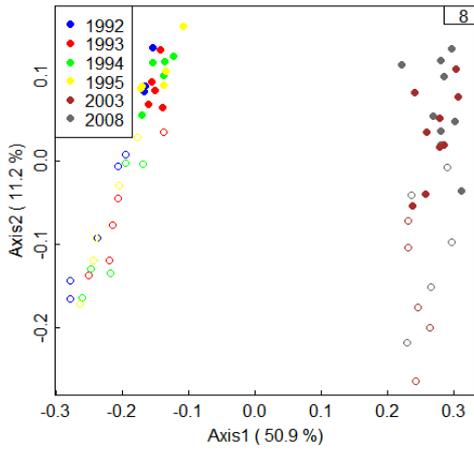


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

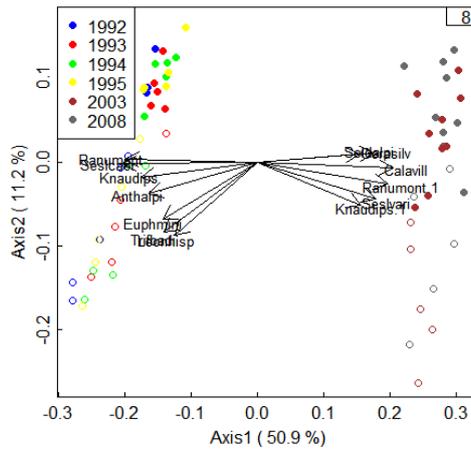


Val Trupchun 8

Hauptkoordinatenanalyse

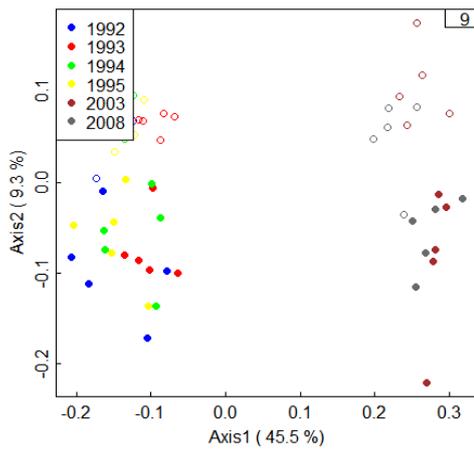


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

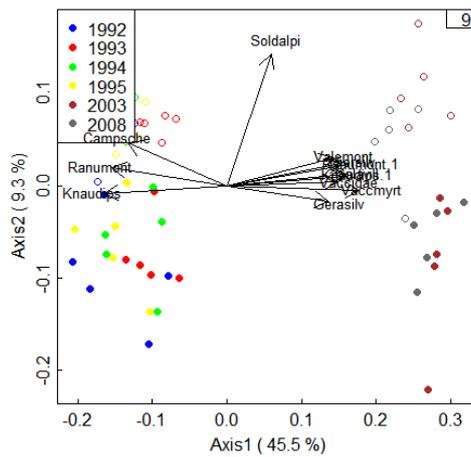


Val Trupchun 9

Hauptkoordinatenanalyse

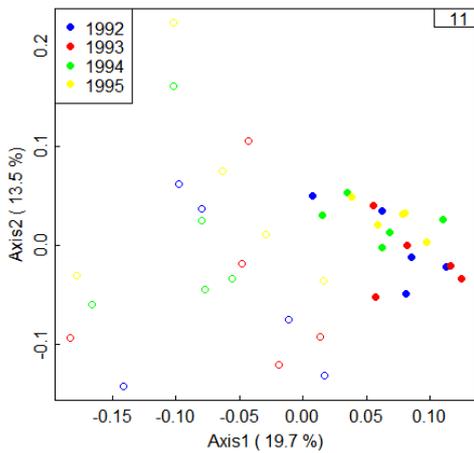


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

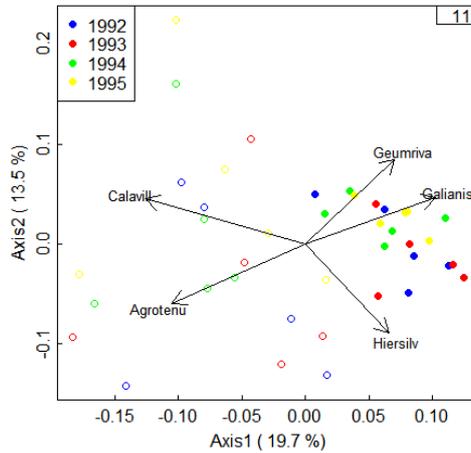


Val Trupchun 11

Hauptkoordinatenanalyse

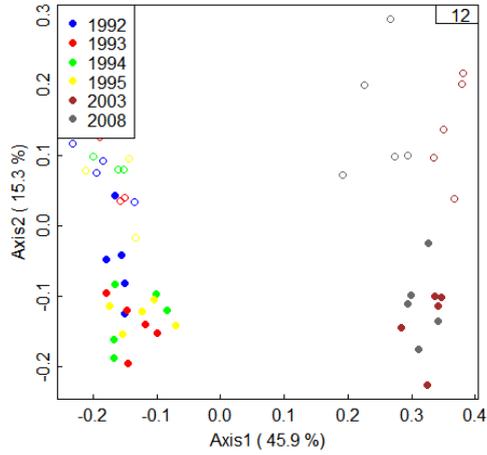


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

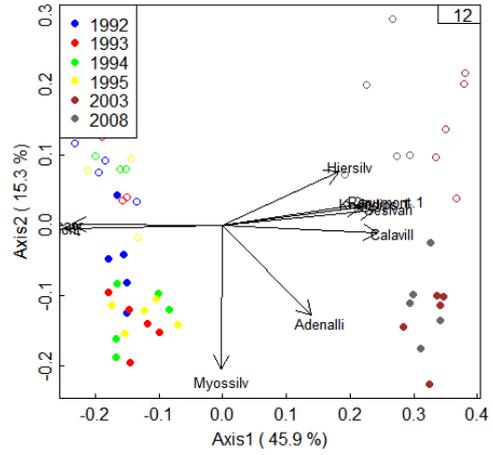


Val Trupchun 12

Hauptkoordinatenanalyse

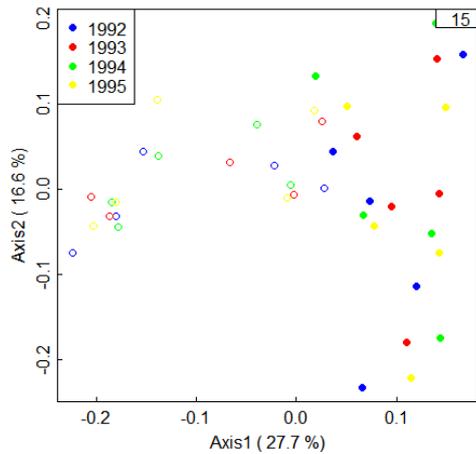


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

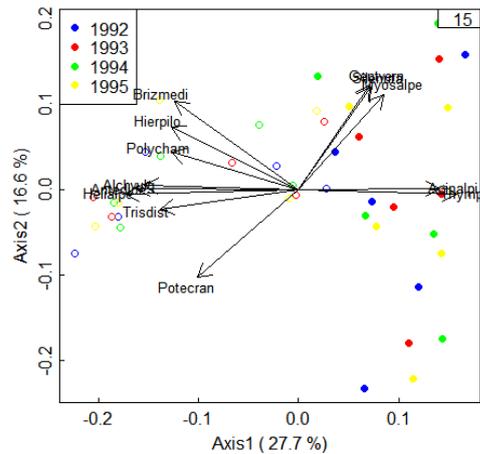


Val Trupchun 15

Hauptkoordinatenanalyse

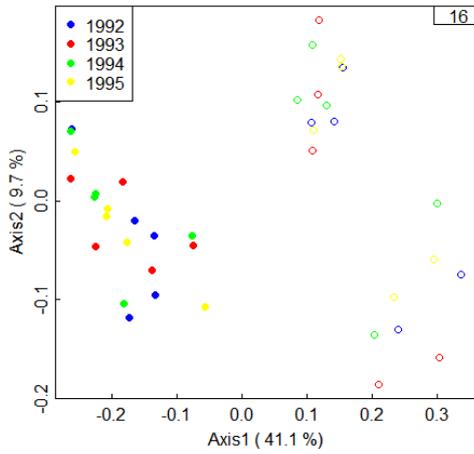


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

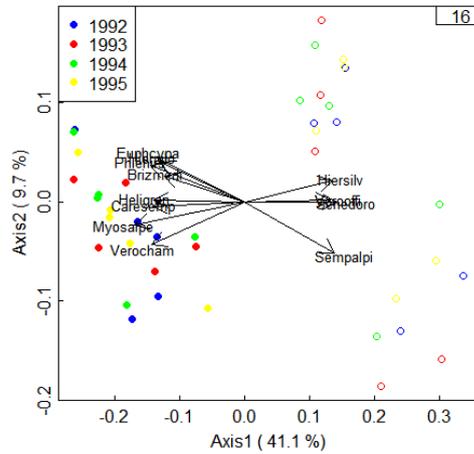


Val Trupchun 16

Hauptkoordinatenanalyse

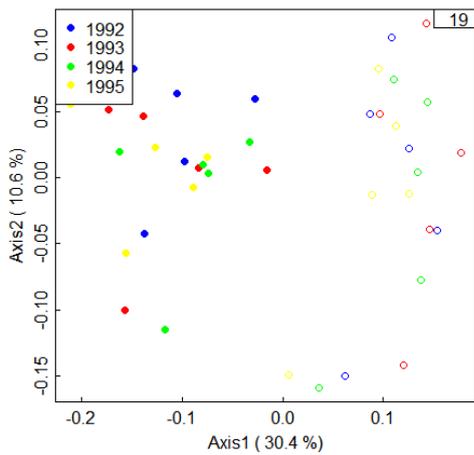


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

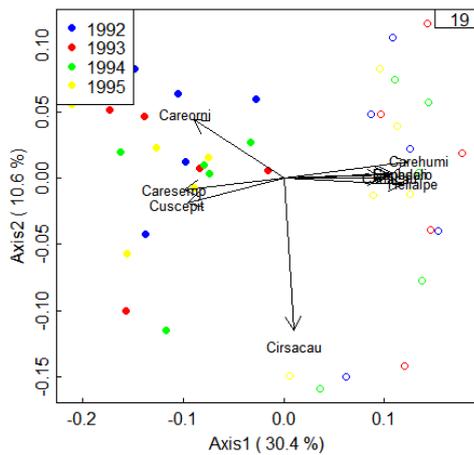


Val Trupchun 19

Hauptkoordinatenanalyse

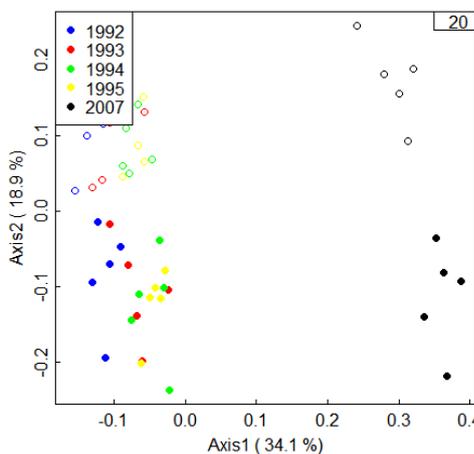


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

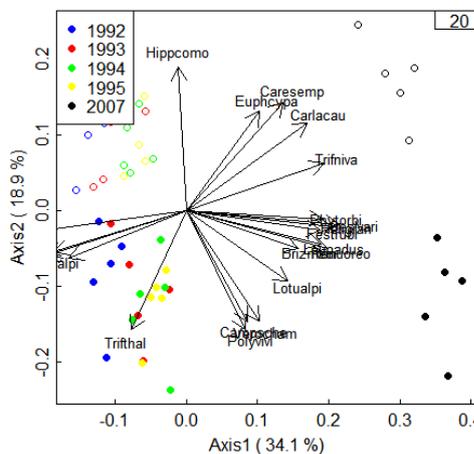


Val Trupchun 20

Hauptkoordinatenanalyse

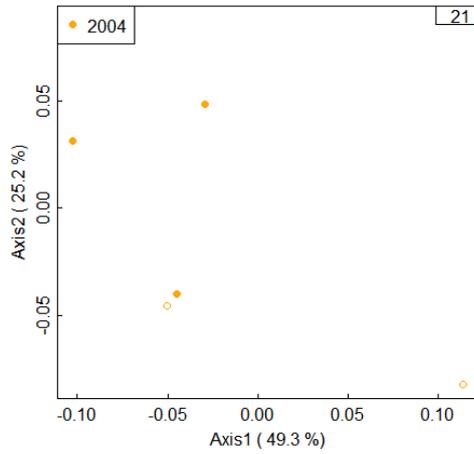


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

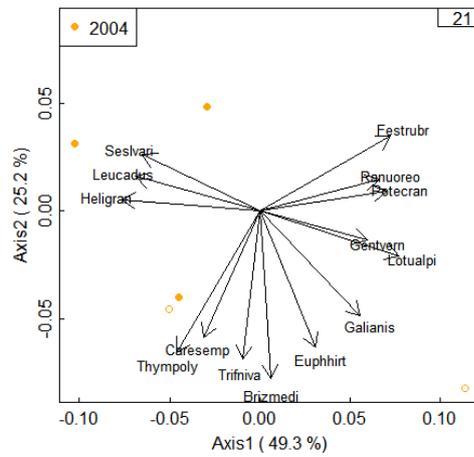


Val Trupchun 21

Hauptkoordinatenanalyse

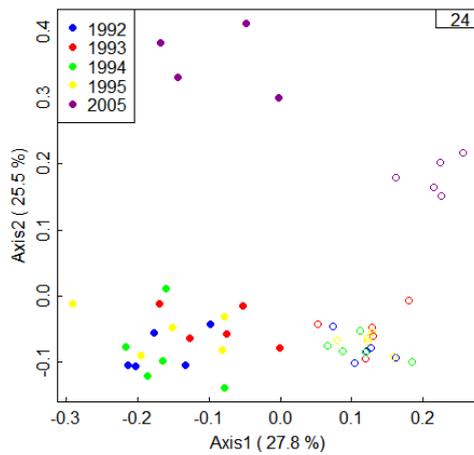


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

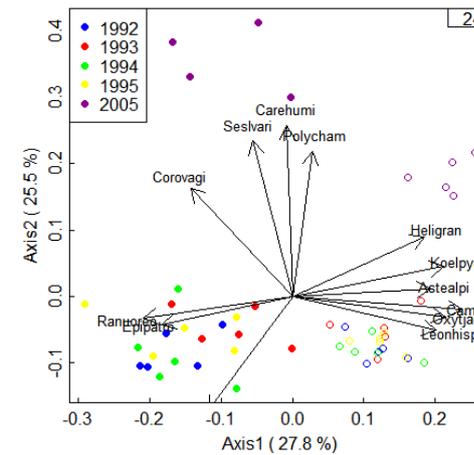


Val Trupchun 24

Hauptkoordinatenanalyse

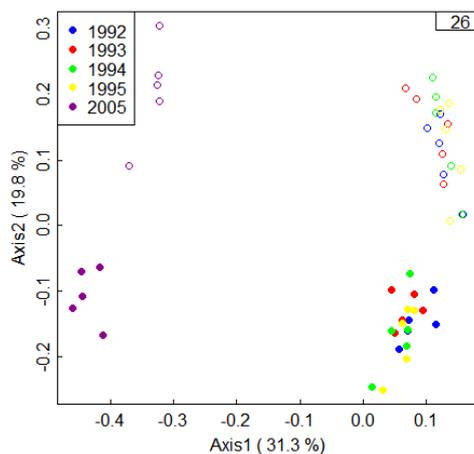


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

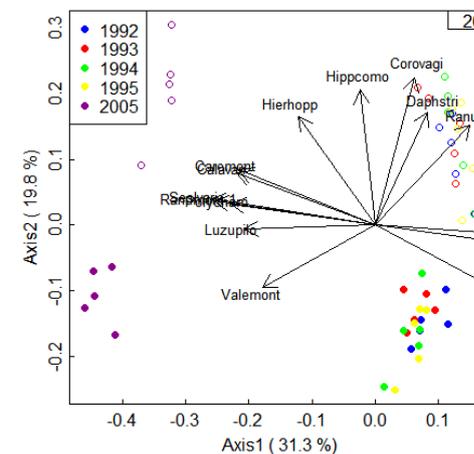


Val Trupchun 26

Hauptkoordinatenanalyse

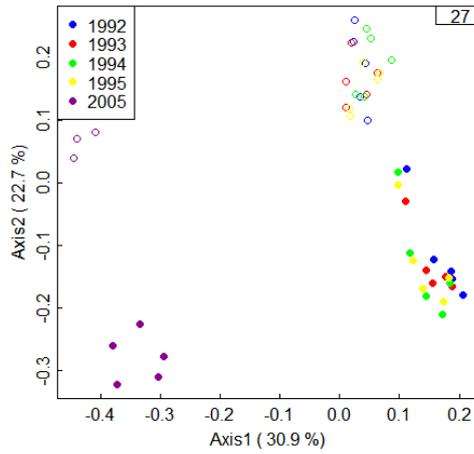


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

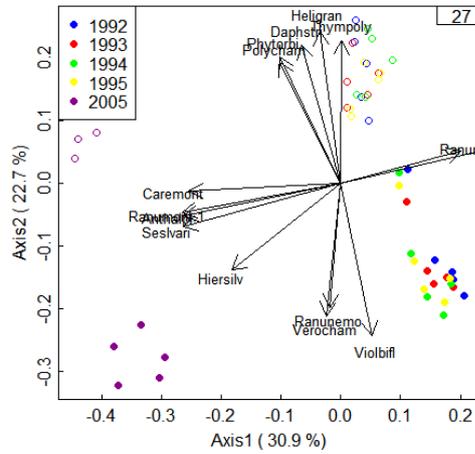


Val Trupchun 27

Hauptkoordinatenanalyse

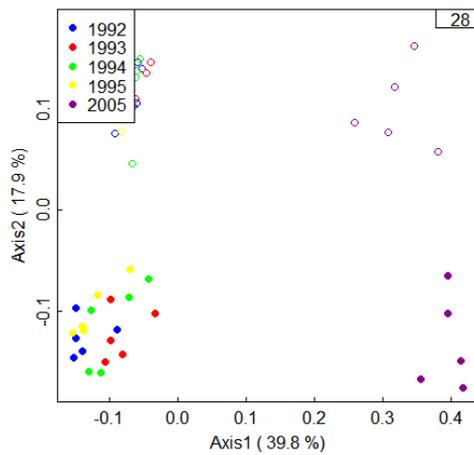


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

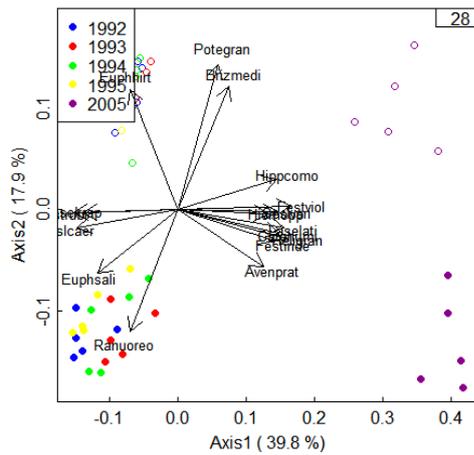


Val Trupchun 28

Hauptkoordinatenanalyse

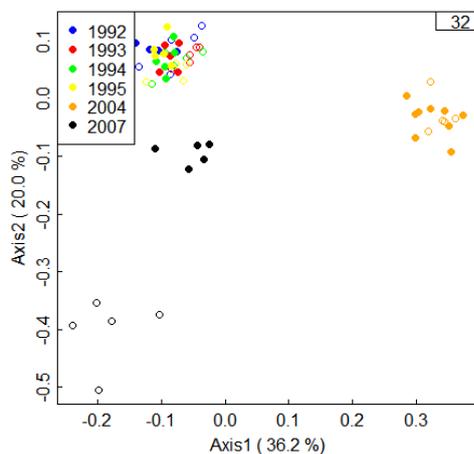


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

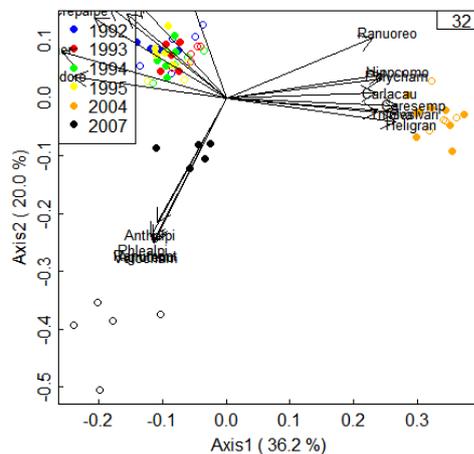


Val Trupchun 32

Hauptkoordinatenanalyse

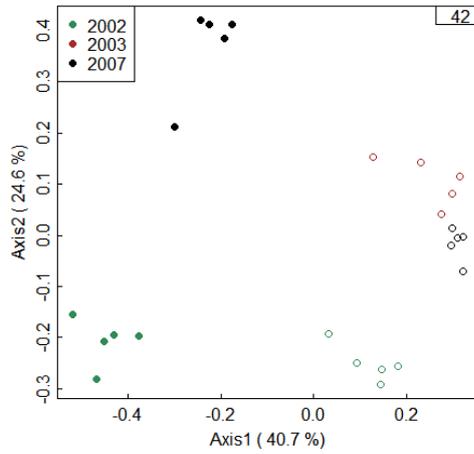


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

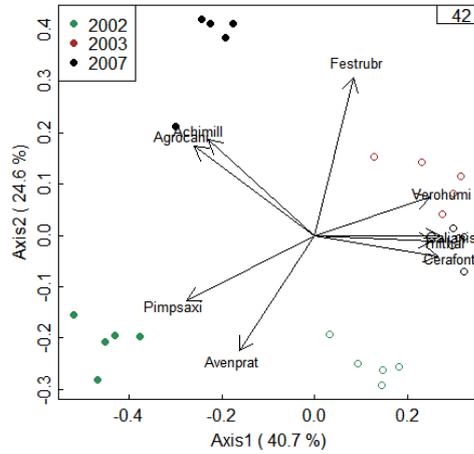


Il Fuorn

Hauptkoordinatenanalyse

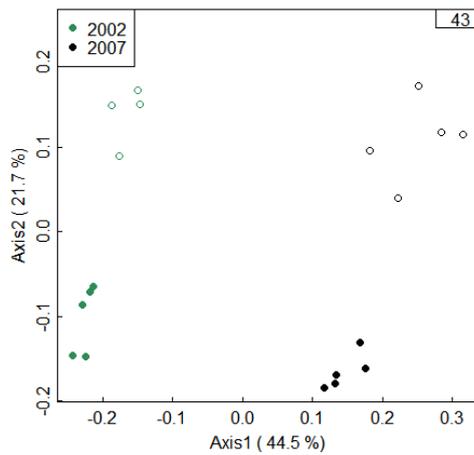


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

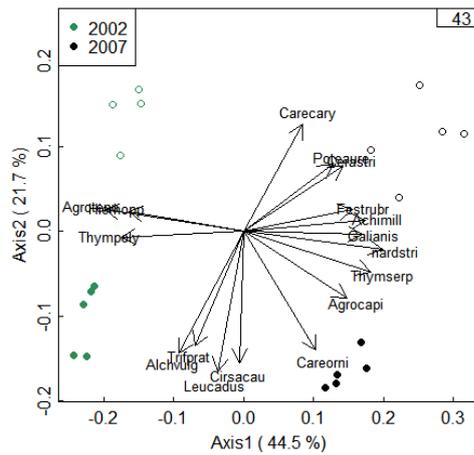


Alp la Schera

Hauptkoordinatenanalyse

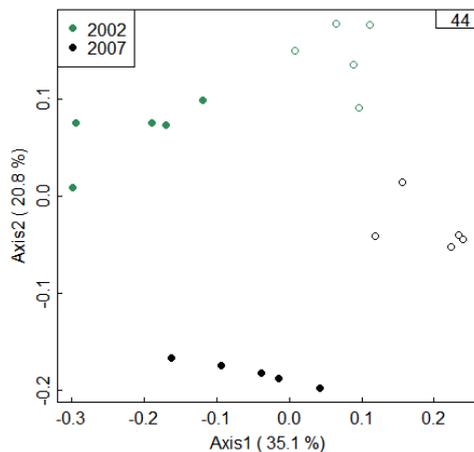


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

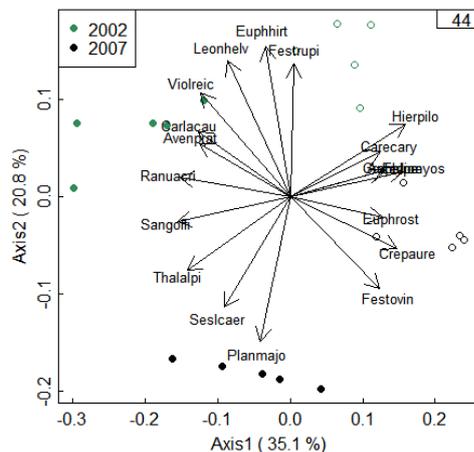


Stabelchod (1)

Hauptkoordinatenanalyse

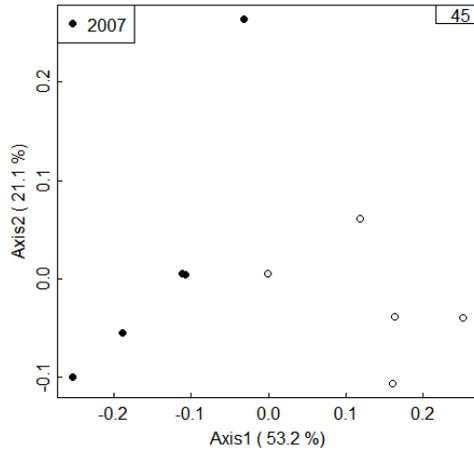


Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen

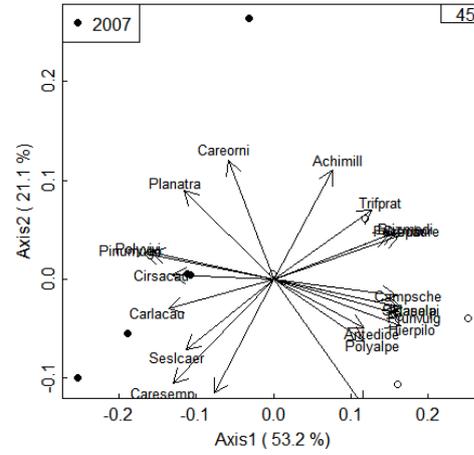


Stabelchod (2)

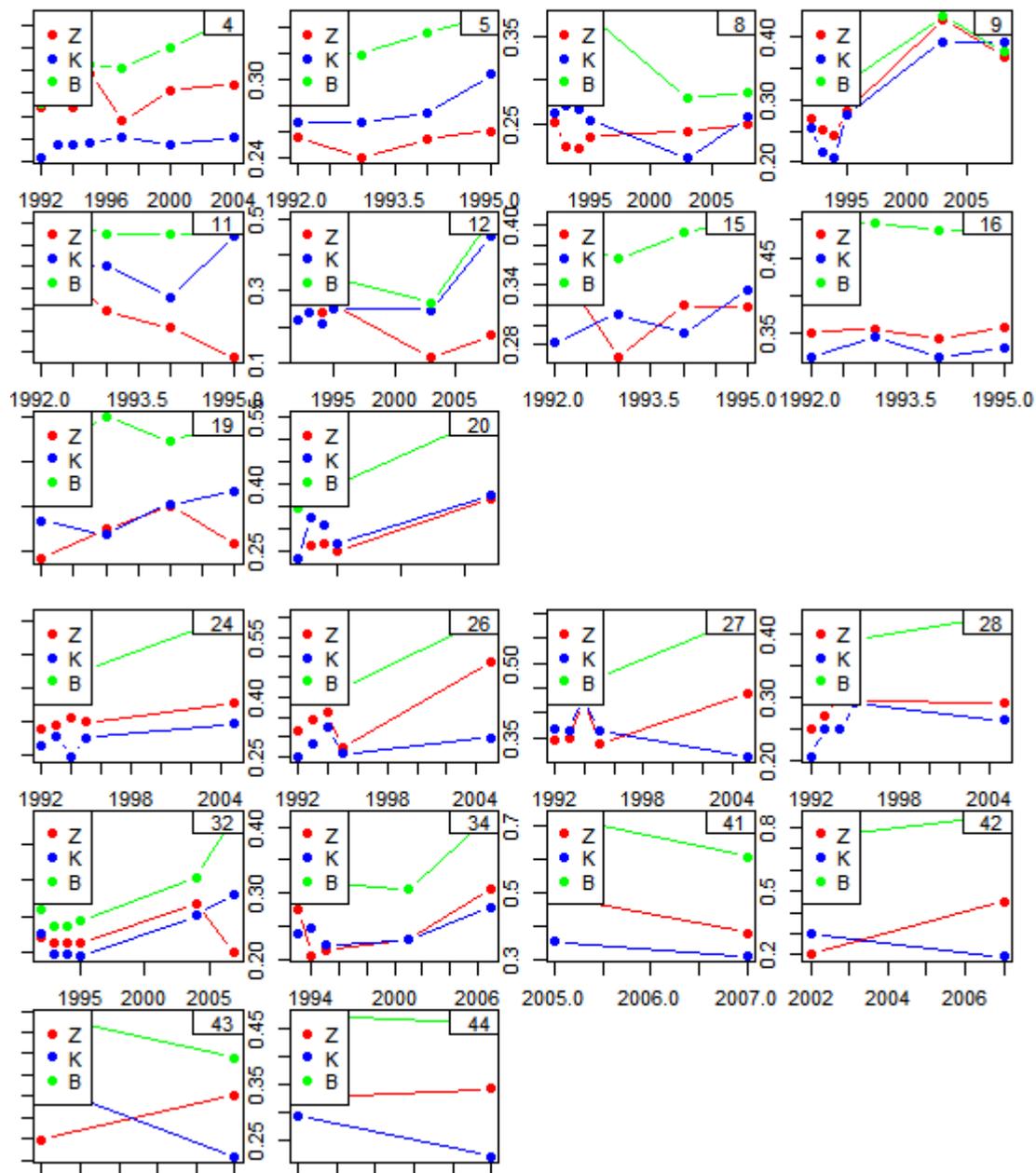
Hauptkoordinatenanalyse



Hauptkoordinatenanalyse mit Pfeilen



Ähnlichkeitsvergleich



A.7 Eigenständigkeitserklärung



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

Titel der Arbeit (in Druckschrift):

Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark - Eine Untersuchung mit Dauerzäunen

Verfasst von (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

Name(n):

Mösch

Vorname(n):

Lea

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt „Zitier-Knigge“ beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

Ort, Datum

Oberentfelden, 16.01.2017

Unterschrift(en)

Lea Mösch

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich. Durch die Unterschriften bürgen sie gemeinsam für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.