



Universität für Bodenkultur Wien

Einfluss von Wintersportlern auf die Nutzung der Wintereinstände von Rothirschen *Cervus elaphus* und Gämsen *Rupicapra rupicapra* in der Val S-charl

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science

im Rahmen des Studiums Wildtierökologie und Wildtiermanagement

Eingereicht von: Roman KELLER
Matrikelnummer: 1341684

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft (IWJ)
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Betreuer:
Univ.Prof. Dr.rer.nat Walter Arnold
Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie
Department für Integrative Biologie und Evolution
Veterinärmedizinische Universität Wien

MSc Life Sciences Thomas Rempfler
Schweizerischer Nationalpark
Zernez

Wien, März 2016





Universität für Bodenkultur Wien

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen genutzt habe als jene, die im Text und in der Literaturliste erwähnt werden. Ich erkläre weiters, dass alle Personen und Institutionen, die direkt oder indirekt bei der Erstellung der Arbeit geholfen haben, erwähnt sind und dass die Arbeit oder Teile davon an keiner anderen Institution als Abschlussarbeit eingereicht worden ist.

23. März 2016

Datum

Unterschrift

ABSTRACT

Wildlife has different strategies to survive harsh winters in the alps. Eventually, it all comes down to save energy through physiological and behavioural adaptations. The growing rates of winter outdoor sports activities are indicating that there is a potential of more conflicts between humans and wildlife in the future which can lead to a fatal loss of energy by the animals during the wintertime. It is unclear if and how the higher stress rates will change the behaviour of wildlife.

In this study, the tracks of skitouring (freeriders) have been recorded with GPS-Dataloggers during the winter 2015 in S-charl, a small valley in the Swiss Alps along the border of the Swiss National Park. The tracks are related with a habitat suitability map, developed with the software MAXENT, to estimate the loss of good habitat for chamois (*Rupicapra rupicapra*) and red deer (*Cervus elaphus*) caused by skitouring in the area. Further, with ArcGIS the distances of observed animal locations in S-charl to shelter providing structures have been compared with the distances from animal locations to covering structures within the Swiss National Park, where no winter activities are allowed.

The analysis of the models calculated 22% of the study site as good and 67% as suitable habitat for chamois and as for red deer the area consists of 14% good and 21% suitable habitat. Of 1371 kilometer logged freeride routes, 21% were leading through potentially good habitat for chamois and through 14% good habitat for red deer. Extensive activity of winter sports in the area can lead to a loss of 8% of good habitat for chamois and 3% of good habitat for red deer.

The locations of the observed chamois in S-charl to rocky structures have a mean distance of 106 meters (SD 117.1) compared to the mean distance of locations of animals within the National Park to rocky structures of 93 meters (SD 88.5). As for red deer in S-charl the mean distance of observed locations in the open field to the edge of forest is 48 meters (SD 43.2) compared to the mean distance of 33 meters (SD 16.8) of animal locations to shelter in the National Park. None of the distances of the two sites are significantly different (chamois $p=0.446$, red deer $p=0.309$).

Conflicts between wildlife and freeriders are unavoidable and will take place regularly in S-charl. But with an average of one or two tours a day, the pressure for the wildlife could be classified as not very high. The results indicate that the observed animals show rather a habituation towards the freeriders than a sensitization.

ZUSAMMENFASSUNG

Wildtiere können die harschen Winterbedingungen in den Alpen nur dank vielfältigen physiologischen Anpassungen und entsprechenden Verhaltensweisen, welche in erster Linie dem sparenden Umgang mit ihren Energiereserven dienen, überleben. Interaktionen mit Wintersportlern führen oft zu einem erhöhten Energieverbrauch und können sich fatal auf die Wildtiere auswirken. Zweistellige Zuwachsraten von Sportartikelverkäufen für Skitouren und Variantenabfahrten deuten darauf hin, dass der Druck auf Wildtiere durch Freizeitaktivitäten im Winter wächst. Wie sich das Verhalten der Tiere durch den erhöhten Stress entwickelt ist unklar.

In der vorliegenden Arbeit wird anhand von GPS-Aufzeichnungen von Skitourengängern im Winter 2015 in der Val S-charl im Kanton Graubünden (Schweiz) und Habitatmodellierungen mit der Software MAXENT untersucht, inwiefern sich die Nutzungsräume der Tourenfahrer mit den potenziellen Wintereinständen von Gämsen und Rothirschen überschneiden. Eine GIS-Analyse gibt ausserdem Aufschluss darüber, ob sich die Distanzen der Aufenthaltsstandorte von Gämsen und Rothirschen zu schützenden Strukturen in der Val S-charl mit denjenigen von Tieren aus dem benachbarten Schweizerischen Nationalpark in welchem keine Skitouren stattfinden, unterscheiden.

Innerhalb des Untersuchungsperimeter berechnen die Habitatmodelle 22% der Gesamtfläche als gutes und 67% als geeignetes Gämshabitat. Für Rothirsche stehen 14% gutes und 21% geeignetes Habitat zur Verfügung. Von den Total 1371 Kilometer der aufgezeichneten Touren führten 21% durch Gelände, welches potenziell gutes Gämshabitat ist und durch 14% potenziell gutes Rothirschhabitat. Intensive Nutzung des Gebietes durch Tourengänger kann in einem Verlust an gut geeigneten Wintereinständen für Gämsen von 8% bzw. 3% für Rothirsche resultieren.

Die Entfernungen von Gämsen mit Standorten in offenem Gelände zu felsigen Strukturen betragen in der Val S-charl im Mittel 106 Meter (SA 117.1) gegenüber 93 Metern (SA 88.5) bei Tieren im Nationalpark. Rothirsche welche sich in offenem Gelände befanden, standen in der Val S-charl im Mittel 48 Meter (SA 43.2) vom Waldrand entfernt, während sich die Tiere im Nationalpark im Mittel 33 Meter (SA 16.8) vom Waldrand entfernt aufhielten. Die Distanzunterschiede der beiden Standorte waren nicht signifikant (Gämsen $p=0.446$; Rothirsche $p=0.309$).

Interaktionen zwischen Wildtieren und Tourengängern sind unvermeidbar und finden regelmässig statt, wobei sich die Intensität der Touren in der Val S-charl mit durchschnittlich ein bis zwei Touren pro Tag eher als gering einstufen lässt. Die Resultate deuten darauf hin, dass sich bei den beobachteten Tieren in der Val S-charl eher eine Habituation als eine Sensitivierung als Reaktion auf die Tourengänger eingestellt hat.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	METHODE	6
2.1	Untersuchungsgebiet.....	6
2.2	Datenerfassung und Verarbeitung.....	7
2.2.1	Touren­gänger	7
2.2.2	Gämsen und Rothirsche Val S-charl.....	7
2.2.3	Gämsen und Rothirsche SNP	8
2.3	Habitatmodellierung.....	9
2.3.1	Maxent	9
2.3.2	Umweltvariablen	9
2.3.3	Parametereinstellungen	10
2.3.4	Outputs	10
2.3.5	Evaluierung	11
2.3.6	Schwellenwerte.....	11
2.3.7	Einfluss Schneehöhen	12
2.4	Datenanalyse.....	12
2.4.1	Nutzungs­räume Tourengeher.....	12
2.4.2	Nutzungs­räume Wildtiere.....	13
2.4.3	Überschneidung Nutzungs­räume Touren­gänger und Wildtiere.....	13
2.4.4	Distanzen Rückzugsorte	14
2.4.5	Wildruhe­zonen	15
3	RESULTATE	16
3.1	Touren­gänger	16
3.2	Nutzungsintensität Touren­gänger.....	19
3.3	Gämsen und Rothirsche Val S-charl	20
3.4	Vergleich Nutzungs­räume Wildtiere - Touren­gänger Val S-charl.....	21
3.5	Gämsen und Rothirsche SNP.....	22
3.6	Bevorzugte Lebens­räume Gämsen	23
3.7	Bevorzugte Lebens­räume Rothirsche	26

3.8	Habitatmodellierung.....	29
3.8.1	Habitatmodell Gämssen	29
3.8.2	Habitatmodell Rothirsche.....	31
3.8.3	Einfluss von Schnee auf die Modelle	33
3.9	Datenanalyse.....	35
3.9.1	Überschneidung Nutzungsräume Tourengänger und Wildtiere.....	35
3.9.2	Entfernungen zu Rückzugsorte.....	35
3.9.3	Distanzen Rückzugsorte Gämssen	36
3.9.4	Distanzen Rückzugsorte Rothirsche.....	36
3.9.5	Landschaftsanalyse	37
3.9.6	Lebensräume Wildruhezonen	37
3.9.7	Beachten Wildruhezonen.....	38
4	DISKUSSION.....	39
4.1	Lebensräume.....	41
4.2	Modelle	43
4.3	Statistik / Hypothesen	45
4.3.1	Rückzugsorte	45
4.3.2	Wildruhezonen	45
4.4	Fazit.....	46
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	47
	TABELLENVERZEICHNIS	48
	LITERATURVERZEICHNIS.....	49

1 EINLEITUNG

Obschon in der Schweiz die Bevölkerung von Jahr zu Jahr wächst, ist in vielen Alpentälern der Schweiz eine Abwanderung in die Städte und deren Agglomerationen zu beobachten. Die einst stark von der Landwirtschaft geprägten Täler mit ihren vielfältigen, ökologisch wertvollen Gebieten werden durch das steigende Bedürfnis nach Erholung intensiver durch Freizeitaktivitäten genutzt. Freizeitaktivitäten, insbesondere die sogenannten Outdoor-Sportarten, führen vermehrt zu einem hohen Druck auf Fauna und Flora. Einige Arten können sich gut an den höheren Druck anpassen. Andere, weniger anpassungsfähige Arten, welche bereits mit den sich verändernden Umweltbedingungen wie z.B. Klimawandel zu kämpfen haben, werden durch den zusätzlichen Druck zusehends in ihrer Existenz bedroht (Sato, Wood & Lindenmayer 2013).

Zahlreiche Publikationen zum Einfluss von Freizeitaktivitäten auf die Umwelt zeugen von den potenziellen Konflikten die damit verbunden sind. Im Sommer können in der Schweiz vor allem Mountainbiken, Gleitschirmfliegen, Wandern bzw. Trekking einen erheblichen Einfluss auf die lokalen Ökosysteme ausüben, während im Winter Schneeschuhtouren oder Ski- und Snowboardfahren ein hohes Potenzial an Interaktionen, insbesondere mit Wildtieren, haben. Glaubt man den zahlreichen Presseartikeln, ist vor allem für das „Freeriden“ in den letzten Jahren eine starke Zunahme zu verzeichnen. Der Begriff „Freeriden“ beinhaltet dabei sämtliche Aktivitäten und Sportgeräte die für das Fahren in freiem Gelände geeignet sind. Dazu gehört einerseits die Fahrt im Sessellift oder Skilift auf den Berg mit der anschliessenden Abfahrt abseits der gesicherten und präparierten Pisten, wie auch Touren in abgelegenen Gebieten bei denen die Aufstiege auf den Berg mit Fellen an den Skis oder anderen Hilfsmitteln erfolgt. Erfolgt der Aufstieg aus eigener Kraft wird dies klassisch auch als Tourenskifahren bezeichnet (Poltera 2016).

Der Boom im „Freeriden“ hat sich in den letzten Jahren auch für die Sportartikelhersteller zu einem lukrativen Geschäft entwickelt. So rechnete der Bundesverband der Deutschen Sportartikel-Industrie mit einem Marktvolumen in Deutschland an klassischen Tourenskis von 30'000 Paar alleine für den Winter 2013/14. Dazu kommen noch weitere Allmountain- und Freeski-Modelle welche ebenfalls als Tourenskis genutzt werden können. Die Wachstumsraten für Produkte zum Freeriden liegt in den letzten Jahren im zweistelligen Bereich (Bundesverband der Deutschen Sportartikel-Industrie e.V. 2014).

Aufgrund der periodisch durchgeführten Befragung von über 10'000 in der Schweiz lebenden Menschen zu ihrem Sportverhalten, lässt sich die Zahl der Tourenskifahren abschätzen. In der Befragung von 2014 gaben 1.4% der befragten Personen an, Skitouren auszuführen. Dies entspricht etwa 85'000 aktiven Tourenskifahrern in der Schweiz, welche regelmässig in den Ber-

gen unterwegs sind (Lamprecht, Fischer & Stamm 2015). Dazu kommt noch eine unbestimmte Anzahl an Tourengängern¹ aus dem Ausland.

Trotz dem ökologischen Konfliktpotenzial bedeutet die Zunahme an Skitourenfahrern eine (ökonomische) Chance für die oft von Abwanderung und Verlust von Arbeitsplätzen betroffenen Gemeinden in den Bergregionen. Durch die touristische Nutzung können neue Einnahmequellen erschlossen und neue Arbeitsplätze erschaffen werden. Der durch die intensivere Nutzung entstehende Druck auf die Fauna und Flora in diesen Gebieten wird dabei oft ignoriert. Das Überleben von Wildtieren hängt häufig davon ab, wie gut sie den Winter überstehen. Nahrungsverfügbarkeit und Energiehaushalt haben dabei die direktesten Auswirkungen auf das Wohlbefinden und somit das Überleben der Tiere. Aber auch die Kondition und die damit verbunden Chancen zur Fortpflanzung werden stark von winterlichen Bedingungen beeinflusst. Dabei können bereits geringe zusätzliche Störungen eine entscheidende Rolle auf die Bestandesentwicklung einer Art in einer Region spielen (Ingold 2005).

Wildtiere haben unterschiedliche Strategien entwickelt um die harschen Winter zu überstehen. Die einheimischen Paarhufer haben neben ihrem dicken Winterpelz einige erstaunliche physiologische Anpassungen an die schwierigen Bedingungen entwickelt. So können sie beispielsweise ihre Organe verkleinern und verringern dadurch ihren metabolischen Energieverbrauch (Hofmann 2007) oder wie eine Untersuchung an Rothirschen zeigte, können sie die periphere Durchblutung reduzieren um dadurch den Wärmeverlust über die exponierten Glieder zu reduzieren (Arnold et al. 2004).

Nebst den physiologischen Anpassungen trägt auch die Verhaltensweise massgeblich zum Wohlbefinden der Tiere bei. Die Wahl des Wintereinstands wird in erster Linie durch die verfügbare Nahrung bestimmt, welche unter anderem stark vom Schnee beeinflusst wird. Dabei ist nicht die Schneetiefe ausschlaggebend, sondern die Verteilung der Bedeckung mit Schnee. Geschlossene Schneedecken haben einen negativen Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit, während sich vom Wind abgeblasene Kuppen oder abgerutschter Schnee positiv darauf auswirken (Boldt & Ingold 2005).

Rothirsche bevorzugen als Wintereinstände ungestörte Wälder mit südlicher Ausrichtung in der Nähe von Wiesen welche früh ausapern und dadurch eine gute Nahrungsverfügbarkeit gewährleisten. Dazu migrieren sie oft über mehrere Kilometer aus ihren Sommereinständen in den oberen Höhenstufen in die geschützten Lagen in den Talsohlen. Vereinzelt sind auch Überwinterungen von Tieren in Höhenlagen über der Baumgrenze dokumentiert (Haller 2002). Im Gegensatz dazu überwintern Gämsen oft in den gleichen Lebensräumen wie im Sommer, reduzieren aber ihren Bewegungsradius. Für die Wintereinstände bevorzugen sie Standorte mit südlicher Exposition und steilen Hängen (Campbell & Filli 2006; Nesti, Posillico & Lovari 2010; Miller

¹ Der in dieser Arbeit verwendete Begriff „Tourengänger“ umschreibt SkitourenfahrerInnen, SnowboarderInnen und SchneeschuhwanderInnen gleichermaßen.

& Corlatti 2014). Eine Anpassung der Aktivitätszyklen ist ebenfalls wichtiger Bestandteil einer energiesparenden Lebensweise. Die Zyklen mit Nahrungsaufnahme sind normalerweise weniger häufig als im Sommer. Während sich Rothirsche tagsüber hauptsächlich in den geschützten Strukturen aufhalten, zeigen Gämsen eine Aktivitätsphase früh Morgens und Abends kurz nach bzw. vor der Dämmerung. Ein dritte Aktivitätsphase findet Nachts statt (Ingold et al. 1998). Dies ist auch die Zeit, bei der die Rothirsche ihre Deckung verlassen und sich bei der Futtersuche sogar bis an den Rand von Siedlungen wagen (Haller 2002). In S-charl kann man vom Dorf aus Nachts oft Rothirsche beobachten (D. Mayor, mündliche Mitteilung).

Das Überleben eines Individuums hängt vor allem von der Anpassungsweise auf die Anforderungen der rauen Winterbedingungen ab. Um so wenig Energie als möglich zu verbrauchen, beschränkt sich das Bewegungsverhalten bei Gämsen wie auch bei den Rothirschen auf ein Minimum. Standortveränderungen finden ausschliesslich zur Futtersuche oder zur Vermeidung von Gefahr statt. Zum letzteren gehören auch Interaktion zwischen Mensch und Tier. Jede Standortänderung erhöht den Verbrauch an Energie. Insbesondere bei schnellen und häufigen Standortwechseln kann der hohe Energieaufwand fatale Auswirkungen haben und dazu führen, dass die Tiere nicht mehr in den energiesparenden Wintermodus fallen. Der Energieverbrauch korreliert mit der Herzschlagrate: steigt der Herzschlag wird mehr Energie verbraucht (Turbill et al. 2011). Bereits geringe Interaktionen zwischen Mensch und Wildtier erhöhen die Herzschlagrate. Ab wann man von einer Interaktion spricht, ist nicht immer einheitlich. Viele Wildtiere, insbesondere Rothirsche und Gämsen haben einen ausgezeichneten Geruchssinn und nehmen Menschen wahr, lange bevor sie sich in Sichtdistanz befinden (Ingold 2005).

Aber auch die Umgebung, die Art einer Annäherung an das Tier (Geschwindigkeit, Geräusche, Farben usw.), die Jahreszeit, die Anzahl Individuen von in Gruppenverbänden lebenden Arten, das Alter, oder der Charakter eines Tieres, um nur einige zu nennen, entscheiden darüber wie eine Interaktion mit den Tieren stattfindet und ob dabei das Tier mit einer Angstreaktion reagiert (Bögel 2001; Kobelt 2004; Schultz & Bailey 1978). Viel diskutiert wird auch der Einfluss der Häufigkeit von Interaktionen zwischen Menschen und Wildtieren. Bei immer wiederkehrenden Reizungen derselben Art können sich zwei unterschiedliche Verhaltensmuster ausbilden. Entweder findet eine allmähliche Gewöhnung (Habituation) auf die Reizung statt, oder die Tiere werden sensitiviert und reagieren bereits sehr viel früher mit Angstverhalten. Das kann sich darin äussern, dass die Fluchtdistanzen länger werden, dass sie kaum mehr schützende Strukturen verlassen oder dass sie ihre täglichen Aktivitätszyklen mit Äsungs- und Rastzeiten ändern (Ingold 2005). Anhand welcher Ereignisse sich eine Habituation oder Sensitivierung einstellt, kann bis heute nicht abschliessend beantwortet werden. Zu vielfältig sind die bereits erwähnten Faktoren die dabei eine Rolle spielen.

Zu den Auswirkungen von Outdooraktivitäten auf Wildtiere gibt es zahlreiche Untersuchungen. Viele davon untersuchen den Einfluss von Sommeraktivitäten (Boldt & Ingold 2005; Gander & Ingold 1996; Kobelt 2004; Taylor & Knight 2003). Wissenschaftliche Publikationen zum Einfluss von Wintersportaktivitäten auf das Verhalten von Wildtieren finden sich weitaus weniger. Thiel et al. (2011) verglichen die Stresshormonniveaus in Kotproben von Auerhühnern (*Tetrao urogallus*) aus Regionen mit einem hohem Grad an Winteraktivitäten mit Hühnern aus Regionen an welchen kaum Reize durch Aktivitäten stattfanden. Sie konnten dabei Nachweisen, dass die Stresshormonniveaus von in Fichtenwäldern lebenden Tieren an Orten mit Aktivitäten signifikant höher waren als an Orten ohne Aktivitäten.

In einer Studie über drei Jahre untersuchten Bögel und Härer (2002) die Auswirkungen von Outdooraktivitäten auf die Angstreaktion von Gämsen im Nationalpark Berchtesgaden. Sie konnten in ihrer Studie nachweisen, dass die Art der Annäherung eine hoch signifikante Rolle auf das Angstverhalten der Gämse hat. Sich aus der Luft annähernde Objekte erzeugten eine stärkere Reaktion als sich am Boden annähernde Objekte. Skifahrer führten auf Abfahrten ebenfalls zu stärkeren Reaktionen als sich im Aufstieg befindende Tourenfahrer. Grössere Gruppen erhöhten zwar die Reaktionsdistanz, die Fluchtdistanzen blieben aber gleich.

Rupf et al. konnten 2011 in einer Untersuchung zum Bewegungsverhalten von Wintersportlern in der Val Müstair feststellen, welche Kernhabitate von Auerhühnern (*Tetrao urogallus*) durch Tourengänger durchgangen wurden. Für die Studie wurden Tourengänger mit GPS-Datloggern ausgerüstet um ihre Routen aufzuzeichnen. Die Resultate führten zu gezielterem Schutz der Kernhabitate der Auerhühner und Verbesserungen bei der Lenkung und Information der Tourengänger.

Jedes Verhalten bzw. jegliche Art der Annäherung an Wildtiere im Winter welche zu einer Fluchtreaktion führen, haben einen grossen Einfluss auf die Sterberaten der Tiere. Diese Erkenntnisse beruhen vor allem auf den Beobachtungen von Wildhütern, Jägern und anderen Wildbeobachtern (G. Derungs, Wildhüter, mündl. Mitteilung). In der Schweiz sind die Kantone gestützt auf Art. 7, Abs.4 des Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG) dazu verpflichtet, für einen ausreichenden Schutz der wildlebenden Säugetiere und Vögel vor Störung zu sorgen. Um für das Wild im Winter entsprechende störungsfreie Zonen zu gewährleisten, werden im Kanton Graubünden wie auch in anderen Kantonen sogenannte Wildruhezonen ausgeschieden. In diesen temporären Zonen besteht während des Hochwinters, in der Regel von Mitte Dezember bis Ende April, Betretungs- und Befahrungsverbot. Sie dienen vor allem einer Entflechtung der Nutzungsorte von Wildtieren und Menschen.

Interaktionen zwischen Tourengängern und Wildtieren sind schwierig zu messen. Hypothesen und Fragen lassen sich nur anhand von Feldstudien erforschen. Insbesondere im Winter lassen sich Experimente zum Fluchtverhalten von Wildtieren ethisch kaum vertreten. Zu hoch ist die Belastung für die Tiere. So bleiben zur Untersuchung nur die oft auf Zufällen basierenden Inter-

aktionen. Dabei ist jede Begegnung zwischen Mensch und Tier unterschiedlich und von vielen Faktoren geprägt. Die Val S-charl, ein Seitental des Schweizerischen Inntals, bietet gute Voraussetzungen um die Interaktionen zwischen Tourengähern und Wildtieren zu beobachten und gleichzeitig andere menschliche Einflüsse während der Winterzeit auszuschliessen. Das Tal ist im Winter nur zu Fuss oder per Pferdeschlitten erreichbar. Der Tourismus besteht ausschliesslich aus Ski- und Snowboardtourengängern sowie einigen Schneeschuhläufern und wenigen Spaziergängern. Andere Freizeitaktivitäten wie Gleitschirmfliegen, Mountainbiken oder Jagen finden im Hochwinter nicht statt. Auch Holzschlag oder Viehwirtschaft gibt es im Winter keine und Überflüge im Tiefflug von Helikoptern oder Kleinflugzeugen sind kaum vorhanden. Das Tal grenzt direkt an den Schweizerischen Nationalpark (SNP) in welchem während des Winters sämtliche Freizeitaktivitäten verboten sind. Es bietet sich an, die beiden nur wenige Kilometer auseinanderliegenden Standorte mit den unterschiedlichen Einflussfaktoren miteinander zu vergleichen.

Früher waren in den Hochlagen der Val S-charl oberhalb der Waldgrenze immer wieder Hirsche während der Winterzeit zu beobachten (F.Filli, mündl. Mitteilung). In den letzten zehn Jahren wurden allerdings keine mehr gesehen. Es stellt sich dabei die Frage, ob Tourenfahrer mit ein Grund für das Verschwinden der Hirsche aus diesen Extremlagen sein könnten.

In der vorliegenden Arbeit soll geklärt werden, wie stark der Einfluss der Tourengänger auf die Wintereinstände von Rothirsch und Gämse in dem Gebiet sein kann.

Dabei soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Führen die Aufstiegsrouten und Abfahrten von Skitourenfahrern und Schneeschuhläufern durch dieselben Gebiete wie die von Rothirschen (*Cervus elaphus*) und Gämsen (*Rupicapra rupicapra*) zeitgleich als Wintereinstände genutzten Gebiete?
- Unterscheidet sich die räumliche Verteilung von Rothirsch und Gämse im Winter in Bezug auf die Distanz zu schützenden Strukturen in der Val S-charl von Tieren im SNP, wo der anthropogene Einfluss auf die Tiere so gering wie möglich gehalten wird?

Für die erste Frage wird das Bewegungsverhalten von Tourengänger einerseits mit Beobachtungen von Tieren räumlich verglichen und anhand von Habitatmodellen für Gämsen bzw. für Rothirsche überlagert und mit deskriptiver Statistik ausgewertet. Für die zweite Frage wird eine Distanz- und Strukturanalyse durchgeführt und die dadurch erhaltenen Werte anhand induktiver Statistik ausgewertet. Im Rahmen dieser Auswertungen lässt sich zusätzlich auch feststellen, ob die untersuchten Tourengänger die Grenzen der Wildruhezonen beachten. Immer wieder Anlass zur Diskussion gibt auch die Frage, wie gut sich die ausgeschiedenen Wildruhezonen überhaupt als Wintereinstände eignen und ob die Tiere in der Val S-charl die störungsfreien Zonen nutzen. Mit dem Fokus auf Gämse und Rothirsche sollen anhand dieser Arbeit dazu nützliche Erkenntnisse gewonnen werden.

2 METHODE

Die Beschreibung der Methode ist in vier Bereiche gegliedert. Als erstes erfolgt die Beschreibung des Untersuchungsgebiets, als zweites folgt die Methoden der Datenaufnahme sowie deren Aufbereitung. Darauf wird die Habitat-Modellierung und im letzten Abschnitt die Analyse der Daten beschrieben.

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Val S-charl liegt in der Schweiz im Kanton Graubünden. Das kleine Seitental des Inntals im Unterengadin wird gegen Osten durch die Schweizergrenze nach Italien und gegen Westen durch den SNP abgegrenzt. Nach Süden erreicht man über den Pass da Costainas die Val Müstair mit dem Ofenpass. Die Val S-charl hat eine Länge von etwa 18 Kilometern.

Das Dorf S-charl liegt auf 1810 m.ü.M und ist die einzige zusammenhängende Siedlung in dem Tal mit nur ein paar wenigen Häusern. Politisch gehört sie zur Gemeinde Scuol. Die ehemalige Bergarbeitersiedlung ist heute vor allem bei Erholungssuchenden und Naturliebhabern ein beliebtes Ausflugsziel. Im Sommer ist S-charl bequem mit Auto oder ÖV erreichbar, im Winter ist die Zufahrtsstrasse von Scuol her für den öffentlichen Verkehr gesperrt. Die meisten Wintergäste sind Winterwanderer, Schneeschuhläufer und Tourenskifahrer bzw. Snowboarder.

Der Untersuchungsperimeter in der Val S-charl wird für die vorliegende Arbeit so festgelegt, dass sich alle erfassten Skitouren innerhalb des Perimeters befinden. Als Grenzen werden wo möglich natürliche Barrieren wie Bergketten oder politische Grenzen wie die Grenze von der Schweiz zu Italien oder die des SNP's gewählt (Abb. 1). Der Perimeter ist etwa 10 Kilometer lang und 7 Kilometer breit und hat eine Gesamtfläche von 6573 Hektaren.



Abbildung 1: Untersuchungsperimeter in der Val S-charl

Die Oberflächenstruktur besteht in dem Untersuchungsperimeter zu 59% aus Wiesen und Weiden, zu 39% aus Fels und Geröll, zu 12% aus geschlossenem und 1.2% aus offenem Wald, 4% der Fläche sind Gebüsch und die restlichen 1.2% bestehen aus Wasserflächen (Bäche und Seen), Sumpf und Gletscher. Die Baumzusammensetzung der Wälder besteht zu je 30% aus Arven- und Lärchen-Arvenwald, je 7% sind Lärchen- und Lärchen-Fichtenwald und 4% entfallen auf Bergföhrenwälder. Die Wiesen bestehen zu 77% aus Grasweiden und zu 20% aus Magerweiden (Zoller 1964).

2.2 Datenerfassung und Verarbeitung

Für die Untersuchung standen unterschiedliche Daten zur Verfügung. Die Daten der Tourengänger wurden spezifisch für diese Untersuchung erhoben. Die Daten von den Tierbeobachtungen in S-charl wurden im Rahmen der allgemeinen Tierbeobachtungen durch den Nationalpark erfasst und die Daten von den besenderten Tieren aus dem SNP stammen alle aus dem Daten-Archiv des SNP's.

2.2.1 Tourengänger

Um das Bewegungsverhalten der Tourengänger aufzuzeichnen wurden diese mit dem GPS Data Logger Model „Mafreina 2“ der Firma Art of Technology (Zürich) ausgerüstet. Die GPS Logger zeichnen alle fünf Sekunden einen Ortungspunkt auf und haben in offenem Gelände eine Genauigkeit von vier Metern (Rupf et al. 2011). Die Ausgabe und Rücknahme der Logger erfolgte über des Hotel Mayor in S-charl. Die Data-Logger standen von Ende Dezember 2014 bis Mitte April 2015 zur Verfügung. Jeder Träger eines Loggers musste einen Fragebogen (Anhang A) mit Angaben zu Aktivität, Tourenziel und Gruppenzusammensetzung ausfüllen.

Data-Management

Die rohen Daten werden in Excel (Microsoft Office, Version 14.5.4) nach Tag und Tour gegliedert. Die weitere Bearbeitung der Daten erfolgt in ArcGIS (ESRI, Version 10.2.2, Desktopversion). Als Koordinatensystem wird CH1903+ LV95 verwendet. Datenpunkte innerhalb des Siedlungsbereichs von S-charl werden gelöscht. Das Entfernen von fehlerhaften Punkten geschieht händisch (mehr als 100m entfernt vom letzten/nächsten zeitlichen Datenpunkt). Die Ortungspunkte werden anhand der zeitlichen Abfolgen zu Linien verbunden.

2.2.2 Gämsen und Rothirsche Val S-charl

Die Standorte der Wildtiere in der Val S-charl werden seit dem Winter 2011/12 periodisch jeweils von Anfang Januar bis Ende März von den Parkwächtern des SNP mittels Punktbeobachtung aufgezeichnet. Die Standorte der Tiere werden in vergrösserten Kartenausdrucken eingezeichnet. Zusätzlich erfolgen Angaben zu den Beobachtungszeitpunkten und Gruppenzusammensetzungen in einem separaten Formular (Anhang B) (Haller 2006). Um Doppelzählungen und Ansprechfehler auf ein Minimum zu reduzieren, werden die Zählungen stets von mindestens zwei Personen vorgenommen. Die Zählungen erfolgen immer von dem gleichen Standort auf der gegenüber liegenden Talseite aus. Bedingt durch die Anreise zum Beobachtungsstandort mit Tourenskis oder Schneeschuhen beschränkte sich der Zeitraum der Beobachtungen auf die Mittagszeit zwischen 10 und 14 Uhr. Die Methode erlaubt eine Beobachtung nur bei guten Sichtbedingungen bzw. bei schönem Wetter. Die erwarteten Entfernungen der Tiere zur Bestimmung lagen zwischen 1- und 2 Kilometern. Für die Bestimmung wurden handelsübliche Ferngläser mit 8- oder 10facher, sowie Spektive mit 30-40facher Vergrößerung verwendet.

Die Karten wurden eingescannt und in ArcGIS gemäss dem internen Leitfaden des SNP georeferenziert. (LV 95, RMS-Error < 1.3, mind. 4 Referenzpunkte).

2.2.3 Gämsen und Rothirsche SNP

Die Daten für den Vergleich der Habitatansprüche und die Analyse der Aufenthaltsorte zur Mittagszeit entstammen dem Archiv des SNP. Es handelt sich dabei um Standortbeobachtungen von Tieren, welche für verschiedene Projekte mit GPS-Halsbändern besendert wurden.

Für die Auswertung mussten die Daten zuerst vereinheitlicht werden. Die Daten wurden so aufbereitet, dass von jedem Tier höchstens alle zwei Stunden ein Beobachtungspunkt vorlag. Wenn möglich wurden für jedes Tier jeweils sechs Standortaufzeichnungen täglich bzw. alle vier Stunden verwendet. Für die Auswertungen wurden nur Standortpunkte verwendet, welche zwischen dem 1. Januar und dem 31. März innerhalb der Schweizergrenze aufgezeichnet wurden.

2.3 Habitatmodellierung

Für die Habitat-Modellierung wurde die Software MAXENT (Version 3.3.3k) verwendet.

2.3.1 Maxent

MAXENT ist ein Programm welches die geographische Verteilung einer Art anhand der „maximum entropy“ Methode einschätzt. Es benutzt dazu Trainingsdaten, in diesem Fall die Koordinaten der GPS-Daten von Rothirschen und Gämsen im SNP, und verschiedene Umweltvariablen. MAXENT hat sich in unterschiedlichsten Studien als relativ robust gegen „overfitting“ (zu „genaues“ anpassen an die Eingabedaten) und akkurat erwiesen, insbesondere wenn für die Berechnungen nur eine begrenzte Anzahl Anwesenheitsdaten oder nur unvollständige Daten zu den Umweltbedingungen vorhanden waren (Townsend, Papes & Muir 2007; Elith et al. 2006; Baldwin 2009; Hernandez et al. 2006).

In dieser Untersuchung wird die Software als „blackbox“ verwendet. Das heisst es werden nur wenige Parameter der Standardeinstellungen geändert (Tab. 3) und es wird mit den durch die Software berechneten und ausgegebenen Werten weiter gearbeitet. Für eine detaillierte Beschreibung der Methode und die statistischen Hintergründe von MAXENT wird auf die Publikation von Phillips, Anderson & Shapire (2006) verwiesen.

2.3.2 Umweltvariablen

Für die Modellierung mit Maxent müssen die Umweltvariablen als Rasterdaten mit exakt der gleichen Grösse und der gleichen geografische Ausrichtung vorliegen. Für die Auflösung wird eine Rastergrösse von 10x10m gewählt. Anpassungen der Variablen wurden in ArcGIS vorgenommen. Die Grundlagedaten für die Umweltvariablen stammen alle vom SNP oder vom Kanton Graubünden (Anhang C). Die im Modell verwendeten Variablen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Umweltvariablen für die Habitatmodellierungen und ihre Quellen.

Name im Model	Datentyp	Herkunft
Hangneigung	kontinuierlich	Digitales Geländemodell „SNP_DGM_2M“
Exposition	kontinuierlich	Berechnet anhand des Digitalen Geländemodells „SNP_DGM_2M“
Höhenstufe	kontinuierlich	Berechnet anhand des Digitalen Geländemodells „SNP_DGM_2M“
Relief	kontinuierlich	Berechnet anhand des Digitalen Geländemodells „SNP_DGM_2M“
Vegetationskarte	kategorisch	Ausschnitt aus „SNP_Zoller.shp“
Oberfläche	kategorisch	Ausschnitt aus „B_BV_SWISSTOPO“
Walddeckungsgrad	kategorisch	Zusammengefügt und neu klassifiziert aus „bk_best_v“ und „habitalp_snp_vm_121213“

2.3.3 Parametereinstellungen

Die Einstellungen und Wahl der Parameter für die Habitatmodellierung mit MAXENT sind in Tabelle 2 aufgelistet. Es wurde so wenig als möglich an den Grundeinstellungen verändert.

Tabelle 2: Einstellungen der Parameter in MAXENT für die Berechnung der Habitatmodelle.

Parameter	Verwendete Einstellung
Maximale Iteration	5000
„Convergence Treshold“	0.0005
Output Format	Logistic
Regel f. Schwellenwert	10% der Präsenzdaten
Anteil der Präsenzdaten welche für die Modelkonstruktion verwendet werden (Trainingsdaten)	70%
Anteil der Präsenzdaten welche für die Modelkalibrierung verwendet werden (Testdaten)	30%
Entfernen von doppelten Daten	Ja
Umweltvariablen verwenden um Absenzdaten zu generieren	Ja
Jackknife verwenden um Wichtigkeit der Variablen zu messen	Ja
„Regularization Multiplier“	3

2.3.4 Outputs

Um eine einfache Interpretation der Ergebnisse von MAXENT zu ermöglichen, werden diese als prozentuale Aufenthaltswahrscheinlichkeit (die Wahrscheinlichkeit das eine bestimmte Art präsent ist, engl. „probability of presence“) ausgegeben (Philips & Dudik 2008).

Die Einschätzung der Genauigkeit des Modells erfolgt über den Wert der sogenannten „Fläche unter der Kurve“ („area under the curve“, AUC). Der AUC wird anhand des „receiver operating characteristic“ (ROC)-Plots berechnet. Beim ROC handelt es sich um eine grafische Darstellung bei welcher auf der x-Achse die „1-Specificity“ gegen die „Sensitivity“ auf der y-Achse geplottet wird (Abbildungen 19 & 21).

Dabei ist die Sensivity das Verhältnis zwischen den richtig geschätzten Orten an welchen eine Art vorkommt („true positiv“) und allen beobachteten Orten mit Anwesenheit der Art.

Im Gegensatz dazu ist 1-Specificity das Verhältnis der richtig geschätzten Orte ohne Vorkommen (true negativ) und den gesamten beobachteten Orten an welchen eine Art nicht vorkommt. Bei MAXENT handelt es sich bei der 1-Specificity um Pseudo-Abwesenheitsdaten, da als Input nur Präsenz-Daten verwendet werden.

Einige Untersuchungen bezüglich Methoden zur Einschätzung der Genauigkeit von Habitatmodellen deuten allerdings darauf hin, dass der AUC bei Arten mit grosser Häufigkeit und hoher Flexibilität bei der Wahl der ökologischen Nische ungenau ist (Allouche, Tsoar & Kadmon 2006).

Neuere Untersuchungen empfehlen zur Einschätzung der Genauigkeit eines Habitatmodells die „true skill statistic“ (TSS) zu berechnen. Der TSS kann auf die selbe Weise wie die für binäre Habitatmodelle oft verwendete Kappa-Statistik interpretiert werden. Der TSS ist eine leicht veränderte Variante des Kappa mit dem Vorteil, dass die Häufigkeitsverteilung der Art keinen Einfluss auf das Ergebnis hat (Liu, White & Graeme 2013). Er kann anhand der Formel „Sensitivity + Specificity - 1“ berechnet werden. In den Outputs von MAXENT sind die Grundlagendaten zur Berechnung des TSS enthalten. Die Berechnung wird in R (Version 3.1.2 bzw. R-Studio, Version 0.99.446) vorgenommen.

2.3.5 Evaluierung

Um zu überprüfen wie gut die mit den Daten aus dem SNP erstellten Modelle mit den Beobachtungsdaten der Tiere in der Val S-charl übereinstimmen, wird ein weiteres Modell erstellt. Dabei werden die Daten aus dem SNP als Trainingsdaten verwendet und als Testdaten werden die Beobachtungspunkte aus der Val S-charl eingesetzt. Die Modellqualität wird wieder über den AUC sowie den TSS abgeschätzt.

2.3.6 Schwellenwerte

Um eine Auswertung des Modells in Bezug auf das Bewegungsverhalten von Tourengängern vornehmen zu können, ist es nötig das stufenlose Habitatmodell in Klassen einzuteilen.

Für das Model in dieser Arbeit wird eine dreistufige Kategorisierung gewählt. Die Ausgabewerte im Rasterformat von MAXENT sind Angaben in Prozent an Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Tier in einem bestimmten Raster aufhält. Für die Einteilung werden die im Output enthaltenen Schwellenwerte, auch als „threshold of classification“ bezeichneten Werte, verwendet. Im weiteren werden Gebiete in den kategorisierten Modellen entsprechend der Kategorisierung in Tabelle 3 bezeichnet.

Tabelle 3: Klassifizierungen der Habitatmodelle.

Aufenthaltswahrscheinlichkeit	Habitat eignung	Einstufung MAXENT (threshold)
Hoch	gut	> 10 Percentile Training Presence
Gering	geeignet	> Minimum Training Presence < 10 Percentile Training Presence
Unwahrscheinlich, aber möglich	schlecht	< Minimum Training Presence

Die im Output von MAXENT als „Minimum Training Presence“ und „10 Percentile Training Presence“ bezeichneten Schwellenwerte bedeuten so viel wie „Wert bei welchem bei den Trainingsdaten gerade noch Beobachtungspunkte vorhanden waren“ und „Wert bei dem das 10. Perzentil der Trainingsdaten tiefer liegt“. Dieser Schwellenwert (10 Percentile Training Presence) wird in binären Modellen oft als Trennwert für die Einteilung in Anwesenheit und Abwesen-

heit einer Art verwendet. (Liu, White & Graeme 2013; Guillera-Arroita et al. 2015; Freeman & Moisen 2008).

2.3.7 Einfluss Schneehöhen

Da keine kleinräumlichen Modelle mit Werten über die Schneedecke für die Habitatmodellierung zur Verfügung standen, wurde je ein Modell mit Daten aus Jahren mit überdurchschnittlichen Schneemengen und ein Modell mit Daten aus Jahren mit unterdurchschnittlichen Schneemengen berechnet. Die Unterschiede der Modelle wurden visuell abgeschätzt. Da von der nächstgelegene Wetterstation „Buffalora“ keine vollständigen Datensätze zu den durchschnittlichen Schneemengen zur Verfügung standen, wurden die Daten von der meteorologischen Messstation in Scuol und die Angaben aus den Jahresberichten des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF als Orientierung für die Auswahl der entsprechenden Winter verwendet.

2.4 Datenanalyse

Grundlage für die Datenanalyse bilden die in der Einleitung aufgeführten Fragen.

Aus den Fragestellungen heraus werden die folgenden zwei alternativen Hypothesen abgeleitet und anhand der Daten-Analyse geprüft:

Hypothese 1

„Die Nutzungsräume von Schneeschuhläufern und Tourenskifahrern in der Val S-charl überschneiden sich mit den Wintereinstandsgebieten von Rothirsch und Gämse.“

Hypothese 2

„Die beobachteten Rothirsche und Gämsen in der Val S-charl wählen ihren Aufenthaltsort während der Mittagszeit so, dass die Distanzen zu schützenden Strukturen kürzer sind als diejenigen von Tieren im SNP.“

2.4.1 Nutzungsräume Tourengänger

Anhand einer Cluster-Analyse werden mit der „Kernel-Density-Estimation“ die Datenpunkte der Tourengänger auf die räumliche Nutzungsintensität in ArcGIS berechnet. Als Bandbreite sowie die Einteilung in drei Kategorien „wenig genutzt“ „erhöhte Nutzung“ und „höchste Nutzung“ durch Tourengänger werden die Standardeinstellung von ArcGIS verwendet.

Anhand der Überlagerungen der Clusteranalyse mit den Beobachtungspunkten der Wildtiere in der Val S-charl erfolgt eine visuelle Einschätzung über allfällige Zonen mit erhöhtem Interaktionspotenzial zwischen Menschen und Gämsen bzw. Rothirschen in der Region um die Mot da l’Hom.

2.4.2 Nutzungsräume Wildtiere

Um eine Einschätzung machen zu können, welche Gebiete von den Tieren wie stark genutzt werden und wie sich diese in den unterschiedlichen Standorten unterscheiden, werden die Umweltvariablen kategorisiert und die Anzahl Beobachtungspunkte in jeder Kategorie ermittelt. Die Einteilung der Variablen in die verschiedenen Kategorien sind im Anhang D aufgeführt. Für die Gämse erfolgt die Auswertung für die Val S-charl, Il Fuorn und die Val Trupchun, bei den Rothirschen werden die Beobachtungspunkte aus der Val S-charl mit den Daten aus den übrigen Regionen verglichen. Die Auswertung für den Vergleich erfolgt anhand von Balkendiagrammen.

2.4.3 Überschneidung Nutzungsräume Tourengänger und Wildtiere

In einem ersten Schritt wurde in ArcGIS analysiert, durch welche Kategorien der Habitatmodelle die gesamthaft zurückgelegten Wegstrecken der Touren in der Val S-charl führten.

Im zweiten Schritt wurde berechnet, wie gross die Verluste an potenziellen Habitaten durch den Einfluss der Tourengänger sind. Allerdings sind Einschätzungen der Distanzen auf welche Tourengänger das Verhalten von Wildtieren beeinflussen schwierig. Viele Untersuchungen zu diesem Thema beschränken sich auf Interaktionen durch Sichtkontakt oder durch Geräusche (Bögel 2001; Taylor & Knight 2003; Gander & Ingold 1996; Kobelt 2004). In der Regel wird dabei zwischen Reaktionsdistanz und Fluchtdistanz unterschieden. Die Spannweiten der Fluchtdistanzen sind in den unterschiedlichen Untersuchungen beträchtlich. Patterson (1988) gibt bei einer Untersuchung an Gämse im Abruzzo Nationalpark in Italien durchschnittliche Fluchtdistanzen bei Annäherung zu Fuss (Sommer) zwischen 12 und 25 Metern an.

Bei der Untersuchung über den Einfluss von Winteraktivitäten auf Gämse im Berchtesgaden Nationalpark ermittelt Bögel (2001) Mittelwerte für die Reaktionsdistanz zwischen 98 und 222 Meter und für die Fluchtdistanz zwischen 71 und 154 Meter, jeweils abhängig von der Region. Dabei wurden rund 75% der beobachteten Störungen durch Skitourenfahrer verursacht. Zu einer ähnlich grossen Bandbreite kamen Ingold et al. (1997) in ihrer Untersuchung zum Fluchtverhalten von Gämse in den Sommereinständen im Berner Oberland. Sie ermittelten dabei durch einen Wanderer verursachte mediane Reaktions- bzw. Fluchtdistanzen zwischen 175 und 205 Metern bzw. zwischen 115 und 160 Metern, je nach dem aus welcher Richtung die Annäherung stattfand.

Ähnlich gross sind die Unterschiede der Fluchtdistanzen bei Untersuchungen an Hirschen. In einer Untersuchung von 1976 an Wapitis (*Cervus canadensis*) im Rocky Mountain Nationalpark konnten bei Annäherung zu Fuss im Winter Fluchtdistanzen zwischen 29 und 208 Metern (Mittelwert 85.8 Metern) gemessen werden (Schultz & Bailey 1978). Im Nordwesten der USA ergab eine Untersuchung an Rothirschen mittlere Fluchtdistanzen bei Annäherung zu Pferde von 112 Metern, mit Mountainbike von 120 Meter, mit „All Terrain Vehicles“ (ATV's) von 136 Meter und von Wanderern 144 Metern (Wisdom et al. 2004).

Wildtiere zeigen im Winter ein anderes Fluchtverhalten als im Sommer. Im Hochwinter reagieren die Wildtiere bei Interaktionen mit Menschen wesentlich später mit Flucht und die Fluchstrecken sind kürzer (Bögel & Härer 2002).

Um den Einfluss von Tourenfahrer auf die Lebensräume von Rothirschen und Gämsen abzuschätzen, werden für die Berechnungen die Distanzen wie folgt definiert: Bei einer Annäherung ab 150 Meter wird angenommen, dass eine erste Reaktion von Rothirschen oder Gämsen auf die Annäherung erfolgt. Die Reaktion kann sich in allgemeiner Unruhe, Sichern, Pfeifen oder ähnlichem Verhalten äussern. Ist die Distanz zum Tier weniger als 100 Meter, erfolgt eine Fluchtreaktion. Entsprechend werden an die Touren Zonen für Auswirkungen nach links und rechts der Route von 100 Metern bzw. 150 Metern ausgeschieden. In ArcGIS wird mit den neu erhaltenen Flächen und den klassifizierten Habitatmodellen ein neues Modell berechnet, wobei die Einflusszonen von 100 bzw. 150 Metern als negative Variablen in das Habitatmodell einfließen. Die Flächenanteile an „gutem“, „geeignetem“ und „schlechtem“ Habitat werden mit den Anteilen des klassifizierten Habitatmodells aus Kapitel 3.3 verglichen.

2.4.4 Distanzen Rückzugsorte

Die Distanzen der Tierstandorte zu Orten, welche bei Gefahr als Rückzugsmöglichkeit bzw. Fluchtziel für die Tiere dienen können, werden in ArcGIS berechnet. Als mögliche Rückzugorte kommen für Gämsen felsige Strukturen und Wälder in Frage (Bögel 2001; Ingold 2005). Rothirsche suchen zur Deckung gerne dichten Wald oder Gebüsche auf (Ingold 2005). Um die Daten aus den Beobachtungen von S-charl mit den Standorten der Tier im SNP vergleichen zu können, werden nur Standorte welche zwischen 10 und 14 Uhr aufgezeichnet wurden für die Analyse verwendet. Standortdaten von Tieren welche sich in diesem Zeitraum bereits in geschützten Zonen aufhielten wurden vor der Berechnung herausgefiltert.

Für die Messung der kürzesten euklidischen Abstände zu felsigen Strukturen oder Waldrand wurde die Karte (Umweltvariable) „Oberfläche“ verwendet. Für die Gämsen werden drei Werte ermittelt: kürzester Weg zu Felsen, kürzester Weg zum Wald und kürzester Weg zur nächstgelegenen schützenden Struktur (Wald oder Felsen). Für die Rothirsche wird nur die kürzeste Distanz zum nächsten Wald ermittelt. Die statistische Auswertung der Distanzwerte wird in R gemacht. Um die Signifikanz der Entfernungen in S-charl mit den Entfernungen von Tieren aus dem SNP zu bestimmen bzw. die Hypothese zu testen wird ein Generalisiertes Lineares Model (GLM) verwendet. Als abhängige Variable werden die beiden Standorte eingesetzt. Für die unabhängige Variable werden die Distanzen, auf Meter genau gerundet, verwendet.

Um die Ergebnisse richtig einschätzen zu können, muss die Verteilung der Strukturen an den unterschiedlichen Standorten berücksichtigt werden. Die Landschaftsanalyse für Wald und Fels wurde anhand der Software Fragstats (Version 4.2) durchgeführt. Um die zu analysierenden Flächen zu bestimmen, wurde um jeden Beobachtungspunkt in ArcGIS ein Radius von 500 Me-

tern ausgeschieden. Sich überlagernde Flächen wurden vereint. Bestimmt wurden die Flächenanteile und wie weit die Flächen von einander entfernt liegen.

2.4.5 Wildruhezonen

Die Touren werden mit den Wildruhezonen in ArcGIS überlagert um zu beurteilen, ob die Tourengänger das Betretungsverbot für die Wildruhezonen einhalten und falls nicht, wo und wie weit die Grenzen überschritten wurden.

Ausserdem wird berechnet wieviel der beobachteten Gämsen und Rothirsche sich innerhalb bzw. ausserhalb der Wildruhezonen befanden

Mit dem klassifizierten Habitatmodell wird ermittelt, wie gut sich die Wildruhezonen in der Val S-charl für Gämsen und Rothirsche eignen.

3 RESULTATE

Die Resultate sind gegliedert in die Ergebnisse der beschreibenden Auswertung der Daten (Kapitel 4.1 bis 4.7), die Resultate der Modellierungen mit MAXENT (Kapitel 4.8) und die Datenanalyse (Kapitel 4.9).

3.1 Tourengänger

Für die Auswertung standen 86 gültige Datensätze von Skitouren zur Verfügung, welche alle während Touren von Gästen aus dem Hotel Mayor in S-charl aufgezeichnet wurden. In dem Fragebogen gaben 19 GPS-Data Loggerträger an, an einer geführten Tour teilzunehmen. Die Gruppengrößen schwankten zwischen 2 und 15 Personen. Die meisten Touren wurden von Skifahrern begangen, gefolgt von den Schneeschuhläufern und Wanderern (Tab. 4).

Tabelle 4: Touren in der Val S-charl nach Regionen, Sportgeräte und Anzahl Personen.

Tourenziel (Regionen)	Anzahl Touren Total	Ski	SB	Schneeschuhe, Wandern	Anzahl Personen
Mot da l'Hom, Piz Plazer, Piz Sesvenna	31	22	1	8	127
Mot Falain, Lorenziberg	19	16		3	96
Piz Mezdi, Mot dal Gajer	24	21	1	2	138
Mot Madlain	6	1		5	14
Alp Astras, Tamangur	4	1		3	7
Alp Tavrü	2			2	4
Total	86	61	2	23	386

Die ersten Touren wurden in Woche 5 aufgezeichnet. In Abbildung 2 lässt sich ein leichter Trend erkennen, dass die meisten Touren im Februar (Woche 6 – 9) statt gefunden haben.

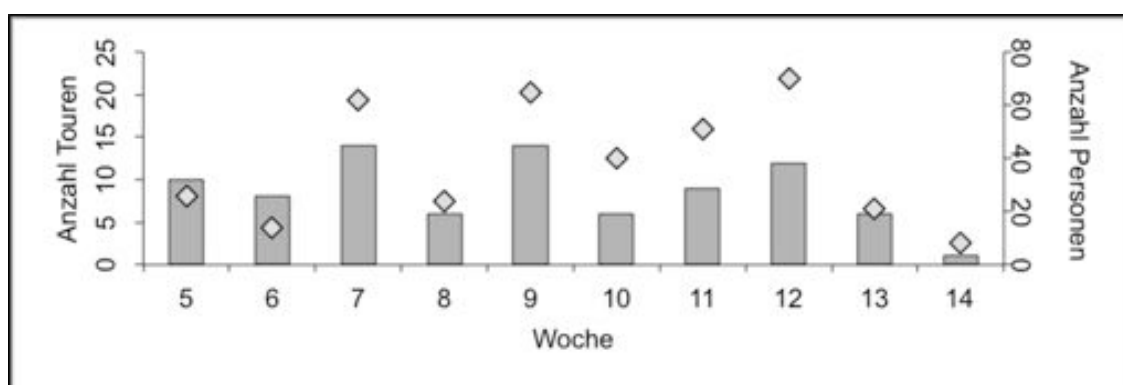


Abbildung 2: Anzahl Touren und Personen pro Woche. Die grauen Balken zeigen die Anzahl durchgeführten Touren, die Quadrate die Anzahl Personen.

Am meisten Touren fanden am Donnerstag, am wenigsten am Dienstag statt. Ansonsten aber waren sie relativ regelmässig über alle Wochentage verteilt. An Sonntagen war die Anzahl Personen pro Tour am grössten (Abb. 3).

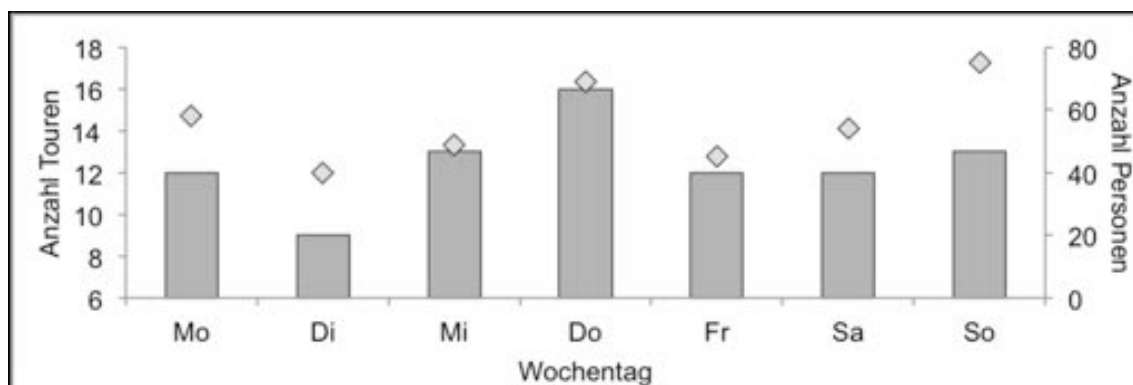


Abbildung 3: Verteilung der Touren auf die Wochentage. Die grauen Balken zeigen die Anzahl durchgeführten Touren, die Quadrate die Anzahl Personen.

Die meisten Skitouren fanden in der Region um Piz Sesvenna, Piz Plazer und Mot da l'Hom statt (Abb. 4, Tab. 4). Bei 27 von 31 Touren wurde von der Nordseite her durch die Val Sesvenna aufgestiegen. Die Abfahrten erfolgten in allen Fällen ebenfalls auf der Nordseite in der Val Sesvenna. Vier Touren fanden mit Aufstieg und Abfahrt auf der Südseite der Berggruppe Piz Sesvenna - Piz Plazer - Mot da l'Hom statt.

Ebenfalls beliebt bei den Tourengängern waren die Gebiete um den Lorenziberg mit der Mot Falain sowie das Gebiet um den Piz Mezdi mit der Mot dal Gajer. Die Abfahrten wurden nicht immer auf den selben Routen wie die Aufstiege durchgeführt. Teilweise fand der Aufstieg auf der Nordseite (Mot Falain) bzw. auf der Ostseite (Mot dal Gajer) statt und die Abfahrten Richtung Süden bzw. Richtung Westen.

Bei den Schneeschuhläufern war das beliebteste Gebiet die Region um die Mot Madlain. Die Abstiege erfolgten ausschliesslich auf den selben Routen wie die Aufstiege.

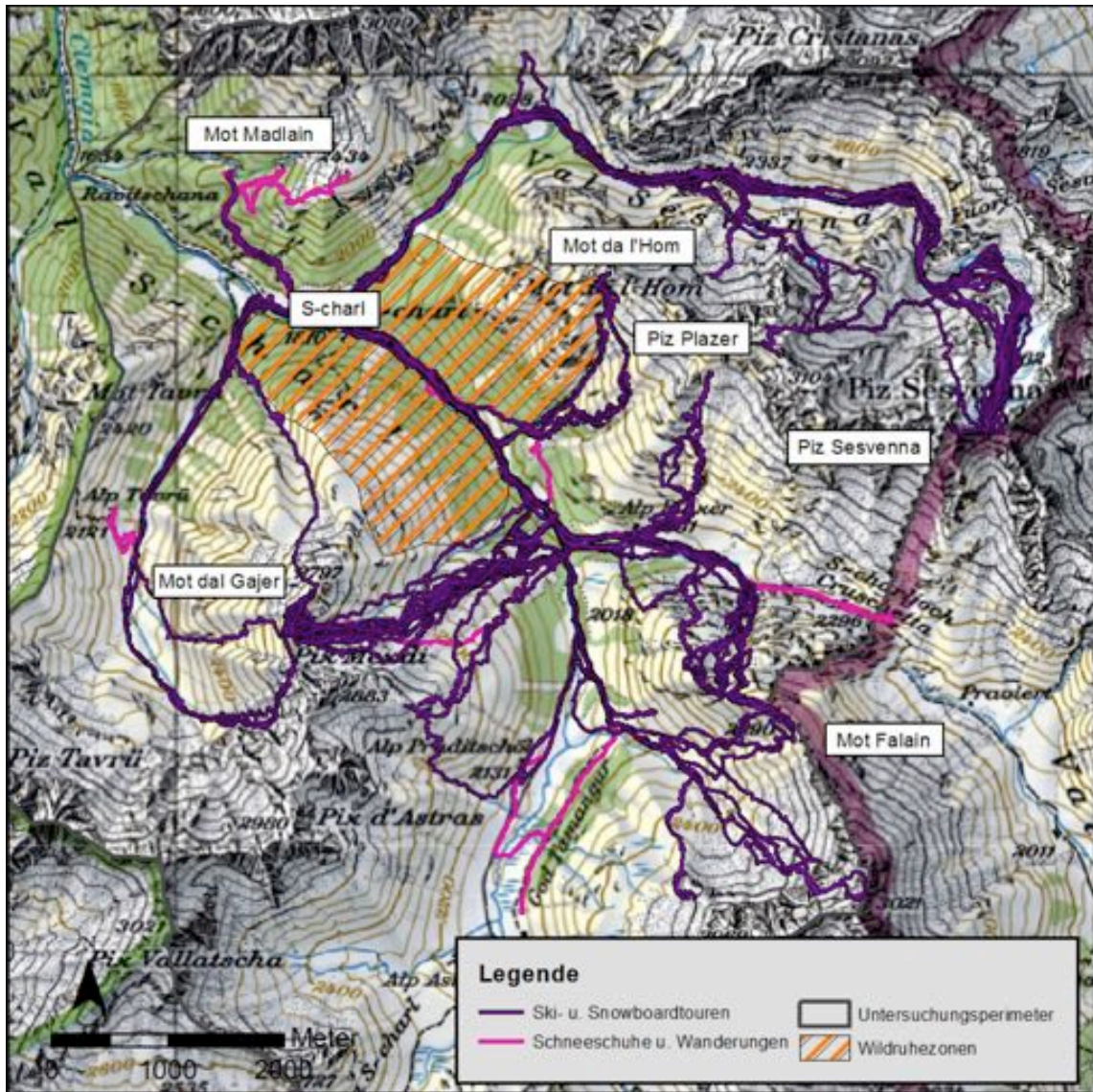


Abbildung 4: Ski- und Schneeschuhtouren in der Val S-charl von 26. Januar bis 4. April 2015.

3.2 Nutzungsintensität Tourengänger

Die Clusteranalyse anhand der Kernel Density Methode zeigt, dass die intensivsten Nutzungen durch Tourengänger auf dem Weg / Strasse entlang des Baches „Clemgia“ von S-charl bis Plan d’Immez entstanden und an Orten mit längeren Verweilzeiten wie auf den Gipfeln oder an Kreuzungen und bei Alphütten. (Abb. 5).

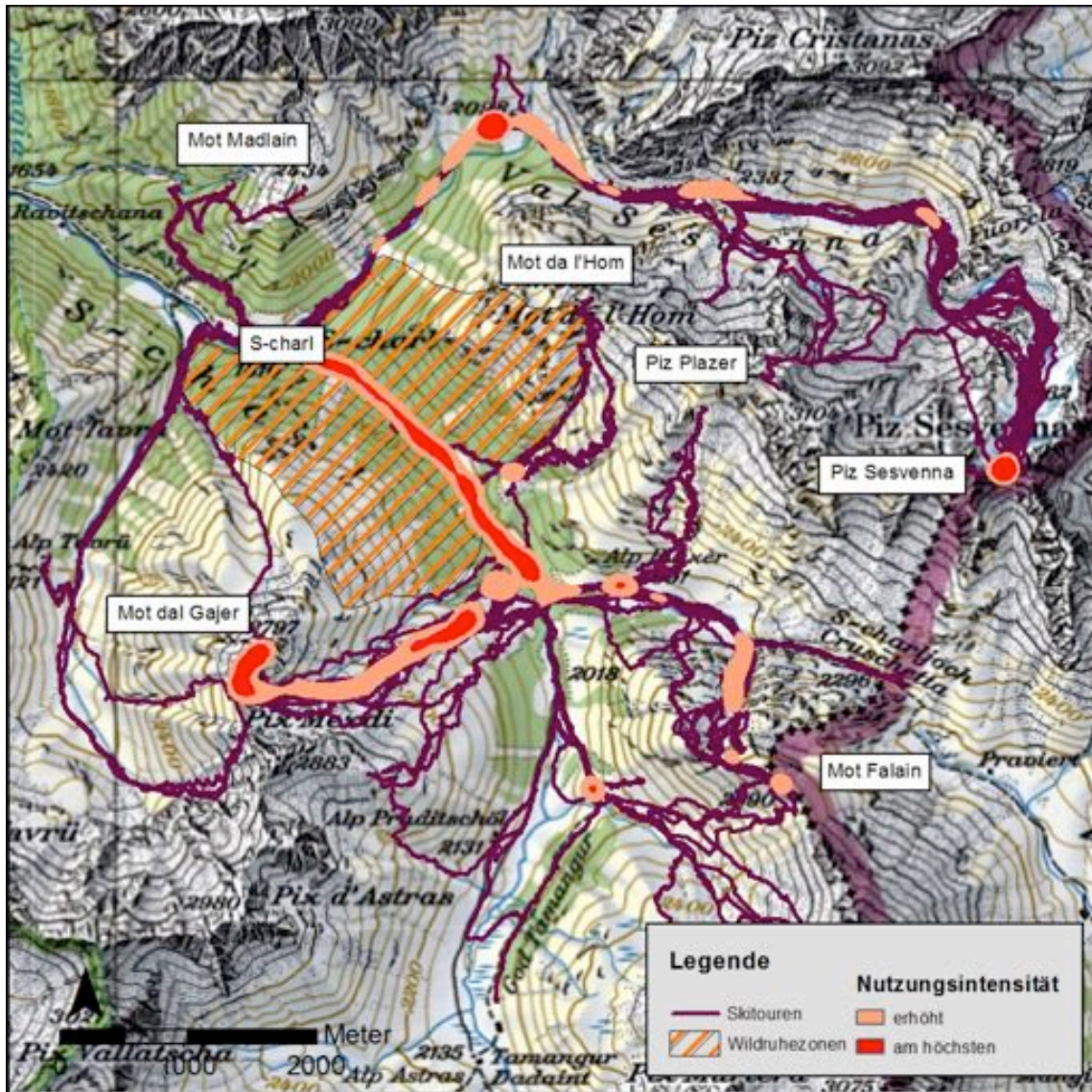


Abbildung 5: Clusteranalyse der Touren mittels „Kernel Density Estimation“. Die roten Flächen stellen die durch Tourengänger am intensivsten genutzten Flächen dar.

3.3 Gämsen und Rothirsche Val S-charl

Es wurden von Januar 2012 bis März 2015 an Total 23 Beobachtungstagen 151 Beobachtungen erfasst. Dabei konnten 189 Rothirsche und 153 Gämsen gezählt werden. Details zu einzelnen Beobachtungen finden sich im Anhang XY. Die Distanzen zu den beobachteten Tieren lagen zwischen 837 und 2351 Metern mit einem Mittelwert von 1591 Meter (SD 355.1) (Abb. 6).

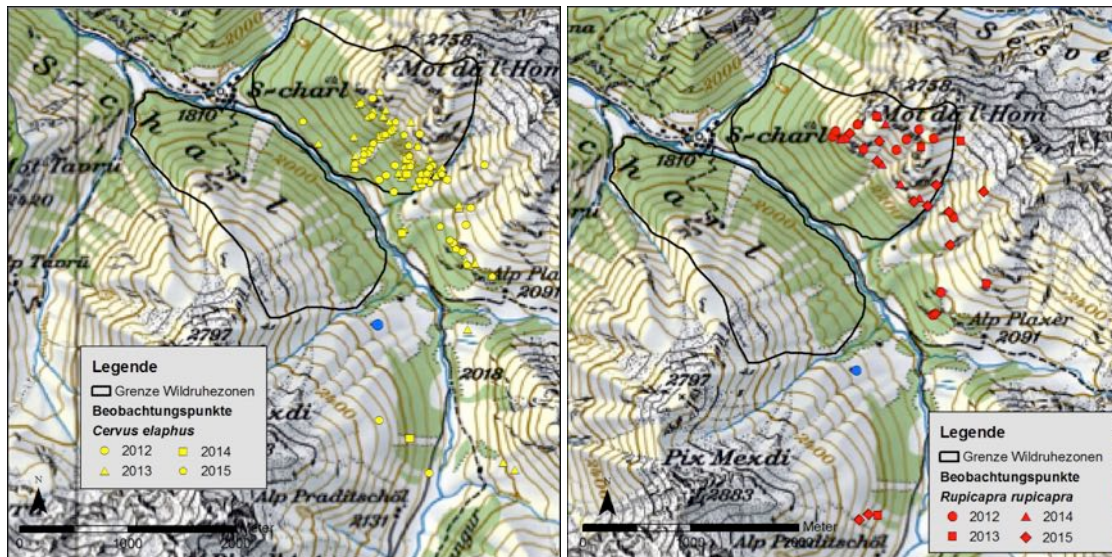


Abbildung 6: Beobachtete Standorte von Rothirschen (links) und Gämsen (rechts). Der blaue Punkt bezeichnet den Standort der Beobachter.

3.4 Vergleich Nutzungsräume Wildtiere - Tourengänger Val S-charl

In Abbildung 7 erkennt man, dass sich die Nutzungsräume der untersuchten Tourengänger und der beobachteten Wildtiere in der Val S-charl vor allem an den Südhängen der Mot da l'Hom im Bereich der Grenze zur Wildruhezone überschneiden.

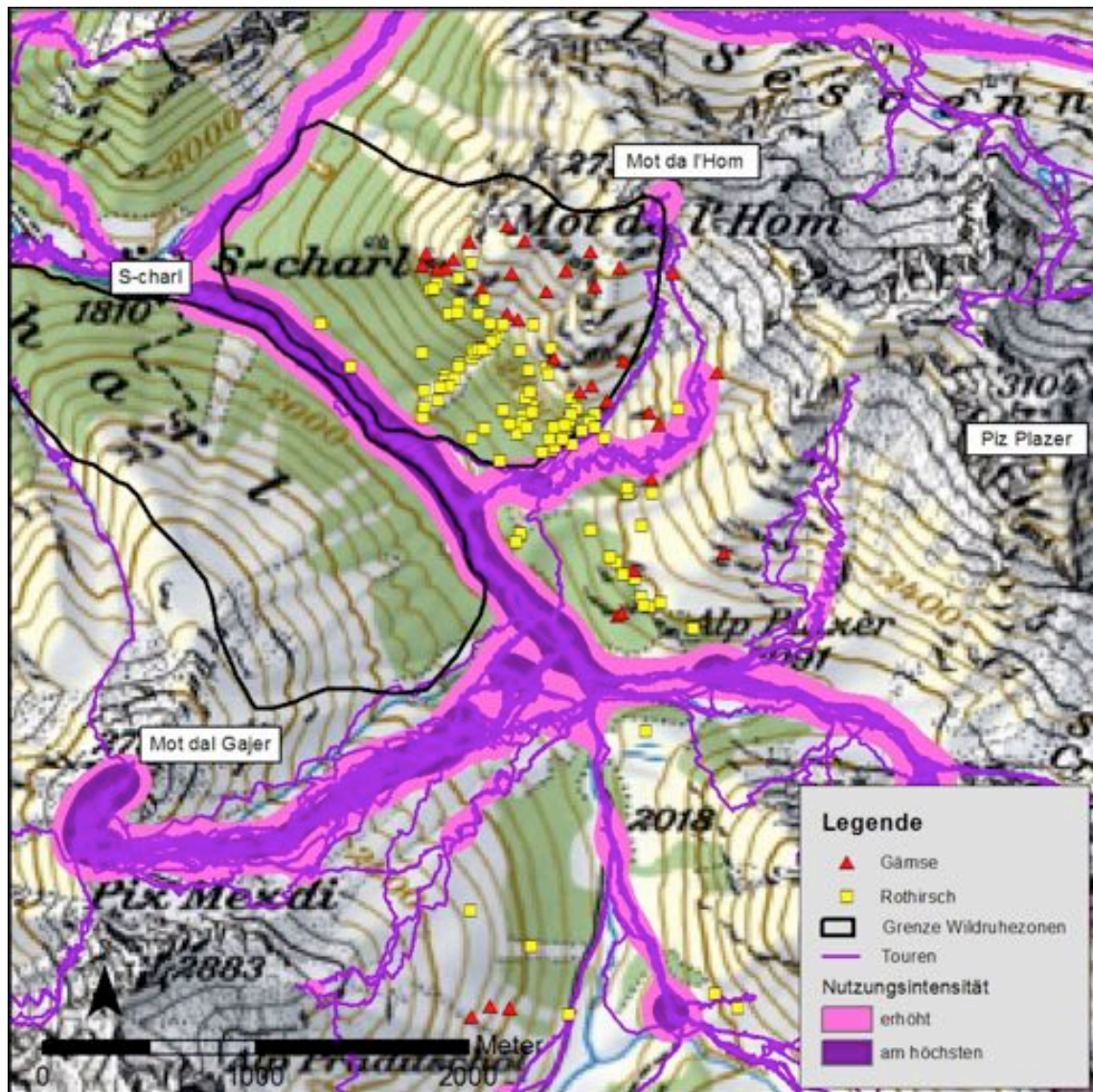


Abbildung 7: Überlagerung der Touren (Ausschnitt) mit den Wildtierbeobachtungen in der Val S-charl.

3.5 Gämsen und Rothirsche SNP

Für die Bestimmung der Habitatansprüche der Gämsen im SNP standen Daten von 29 weiblichen und acht männlichen Tieren aus dem Zeitraum von 2007 bis 2015 zur Verfügung. Die Daten verteilen sich auf zwei Teilgebiete innerhalb des Parks, die Region Il Fuorn im Zentrum und die Val Trupchun im südöstlichen Ende des Parks.

Die Daten von Rothirschen (neun Weibchen und ein Männchen) erstreckten sich von 2004 bis 2015.

Auf Grund deren Wanderung zur Überwinterung in tieferen Lagen mit besserer Ressourcenverfügbarkeit, sind kaum Daten von Tieren innerhalb der SNP-Grenzen erhältlich. Daher wurden Daten von nahe an der Grenze des SNP gelegenen Wintereinständen ebenfalls zur Analyse hinzugezogen.

Die zur Verfügung stehenden Beobachtungspunkte für die Berechnungen des Habitatmodells und die Auswertung der Lebensräume sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Anzahl gültiger Beobachtungspunkte für den Zeitraum von 1. Januar bis 31. März.

Art	Val S-charl [n]	SNP [n]	
Gämsen	34	Il Fuorn 14797	Val Trupchun 5442
Rothirsche	114	5430	

3.6 Bevorzugte Lebensräume Gämsen

Vegetation: Auf Grund der Punkteverteilung in der Vegetationskarte (Zoller 1964) lässt sich kein einheitliches Muster für bevorzugte Aufenthaltstorte von Gämsen feststellen (Tab. 6). Im Gebiet Il Fuorn lagen 66% der Standortpunkte in Wäldern oder Gebüsch, während die Beobachtungspunkte der Gämsen in der Val S-charl mit 74% und in der Val Trupchun mit 49% grösstenteils in offenem Gelände bzw. auf Wiesen und Heiden lagen.

Tabelle 6: Bevorzugte Standorte Gämsen, Vegetationsklassen nach Zoller. Vegetationsklassen mit Anteilen < 1% wurden weggelassen.

Vegetationsklassen n. Zoller	Il Fuorn [%]	Val S-charl [%]	Val Trupchun [%]
Fels, Schutt, Kiesalluvionen	16		23
Bergföhrenwald über Karbonatgestein	25		
Legföhrengbüsch über Karbonatgestein	39		
Föhren-Lärchenwald	2		
Lärchenwald			3
Lärchen-Arvenwald			11
Arvenwald		9	
Zwergstrauchheiden über Silikatgestein		6	
Magerwiesen	10		8
Grasheiden über Silikatgestein		74	34
Grasheiden über Karbonatgestein			7

Exposition: Die meisten Standorte (83%) liegen zwischen südöstlicher und südwestlicher Hangausrichtung. In Il Fuorn liegen über 57% der Beobachtungen an Standorten mit südlicher Exposition, in der Val S-charl und in der Val Trupchun haben die Beobachtungspunkte mit südwestlicher Ausrichtung mit 47% bzw. mit 27% die grössten Anteile (Abb. 8).

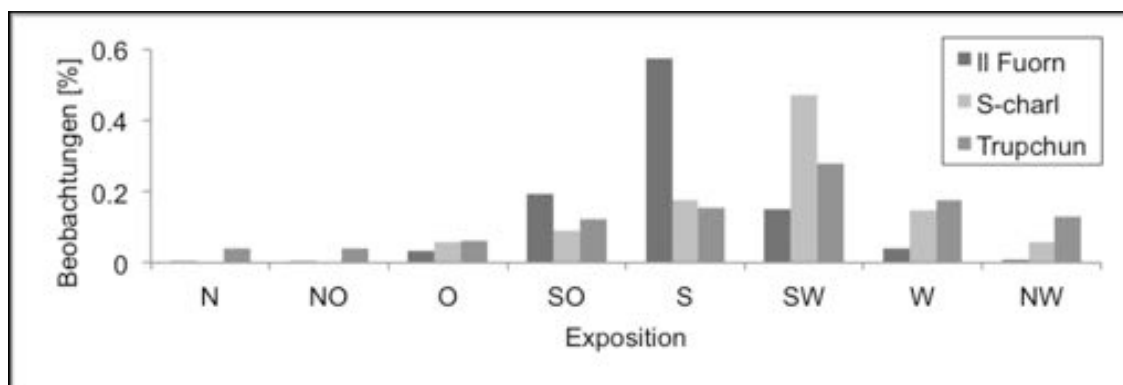


Abbildung 8: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Exposition.

Hangneigung: In allen Regionen liegen 60% und mehr der Beobachtungspunkte in Gelände mit einer Hangneigung zwischen 30 und 45°. In Il Fuorn und in der Val Trupchun liegen weitere grössere Anteile in noch steilerem Gelände von 45 bis 60°, während in der Val S-charl rund ein Viertel der Beobachtungspunkte in flacherem Gelände zwischen 20 und 30° zu finden sind (Abb. 9).

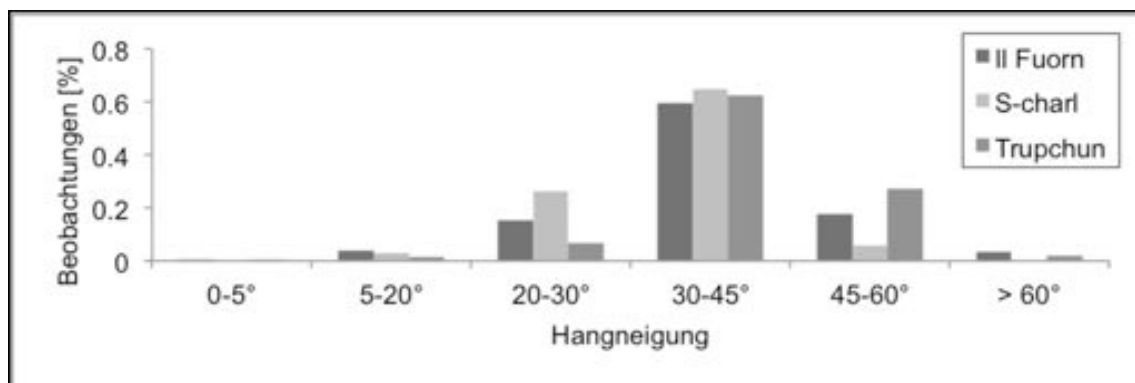


Abbildung 9: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Hangneigung.

Höhenstufen: Die Beobachtungen von Gämsen im SNP befinden sich zwischen 60 und 70% in der oberen subalpinen Höhenstufe was einer Höhe von 1900 bis 2200 m.ü.M entspricht. Hingegen befinden sich über 70% der Gämsen in der Val S-charl in der unteren alpinen Höhenstufe (2200 – 2500 m.ü.M) (Abb. 10)

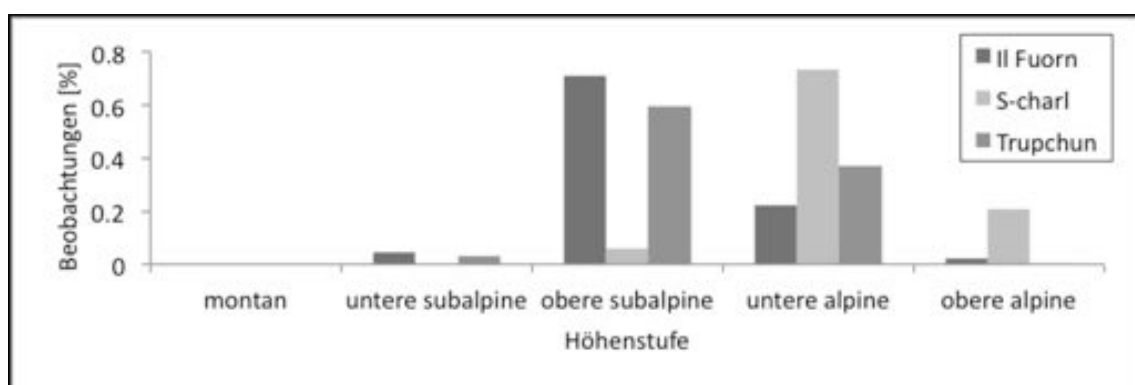


Abbildung 10: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Höhenstufe.

Oberfläche: Über alle Regionen liegen zwischen 14 und 20% der Beobachtungspunkt in felsigen Strukturen und zwischen 11 und 12% in Geröllfeldern. Auffällig ist, dass über 62% der Aufenthaltsorte in der Val S-charl auf Wiesen und Weiden liegen, jedoch keine im Wald (Abb. 11).

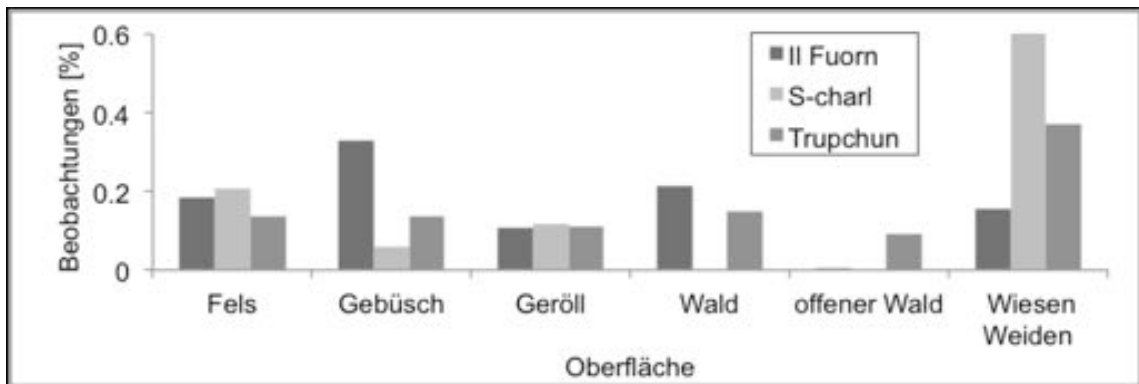


Abbildung 11: Bevorzugte Lebensräume Gämser, Oberfläche.

Walddeckungsgrad: Von Gämsern in der Val S-charl wurden kaum Standorte im Wald aufgezeichnet. Nur in der Region Il Fuorn liegt mit 46% der Anteil an Beobachtungen im Wald etwas höher (Abb. 12).

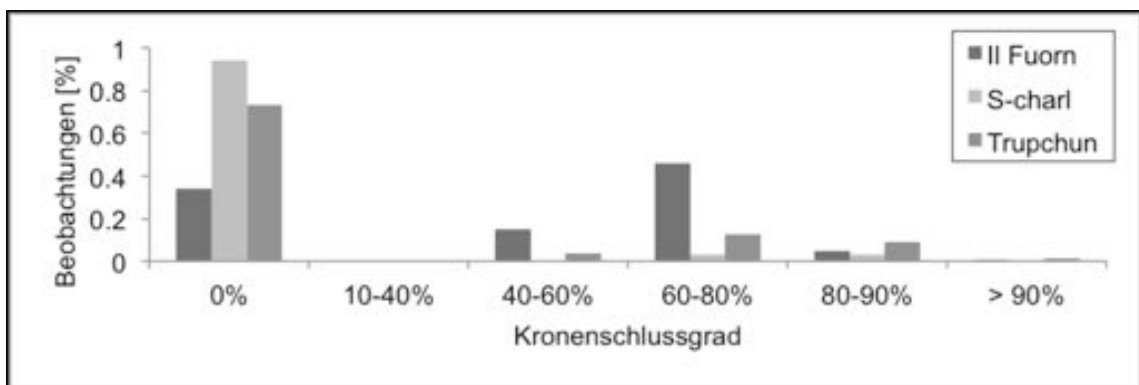


Abbildung 12: Bevorzugte Lebensräume Gämser, Kronenschlussgrad.

3.7 Bevorzugte Lebensräume Rothirsche

Vegetation: Zwischen den beiden Regionen besteht ein deutlicher Unterschied. Die Beobachtungen aus dem SNP befinden sich gemäss der Vegetationskarte (Zoller 1964) zu 73% in Wäldern und Gebüsch und 21% in offenem Gelände. In der Val S-charl liegen 41% der beobachteten Standorte in Wäldern oder Gebüsch und 59% in offenem Gelände wie Wiesen und Heiden (Tab. 7).

Tabelle 7: Bevorzugte Standorte Rothirsche, Vegetationsklassen nach Zoller. Vegetationsklassen mit Anteilen < 1% wurden weggelassen.

Vegetationsklasse n. Zoller	SNP [%]	S-charl [%]
Fels, Schutt, Kiesalluvionen	4	
Bergföhrenwald über Karbonatgestein	21	
Legföhrengebüsch über Karbonatgestein	18	
Legföhrengebüsch über Silikatgestein		7
Lärchenwald	10	
Arvenwald		31
Lärchen-Arvenwald	1	3
Lärchen-Fichtenwald	23	
Magerwiesen	11	47
Steppenrasen	2	
Grasheiden über Silikatgestein		12
Fettwiesen	8	

Exposition: Die Standortbeobachtungen von Rothirschen in der Val S-charl haben zu 93% eine Exposition von Süden bis Westen, während die Beobachtungspunkte der Tiere aus dem SNP zu 81% von Süden bis Osten ausgerichtet sind (Abb. 13).

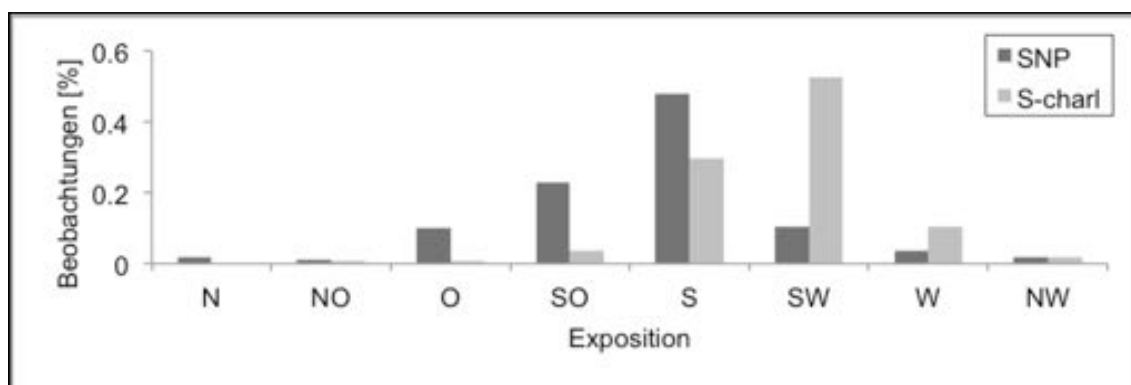


Abbildung 13: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Exposition.

Hangneigung: Der grösste Anteil (60%) der Beobachtungspunkte von Rothirschen in der Val S-charl liegen in Gelände mit einer Hangneigung von 30 bis 45°. Dem gegenüber sind die Standorte der Rothirsche aus dem SNP zu 38% in Gelände mit Hangneigungen von 20-30%.

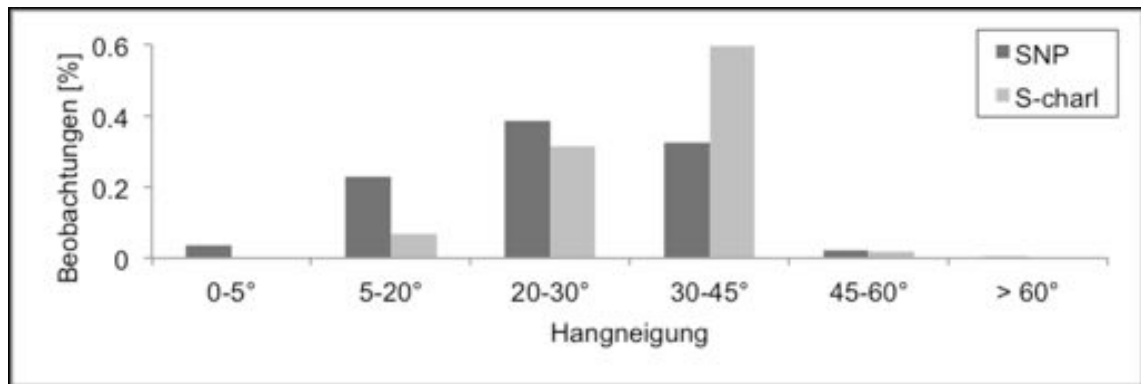


Abbildung 14: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Hangneigung.

Höhenstufe: Während bei den Tieren aus dem SNP die Standorte zu 60% in der unteren subalpinen bzw. 25% in der oberen subalpinen Höhenstufe und zu 15% in der montanen Höhenstufe eher in tieferen Lagen zu finden sind, sind die Punkte in der Val S-charl zu 59% in der oberen subalpinen und zu 41% in der unteren alpinen Höhenstufe aufgezeichnet worden.

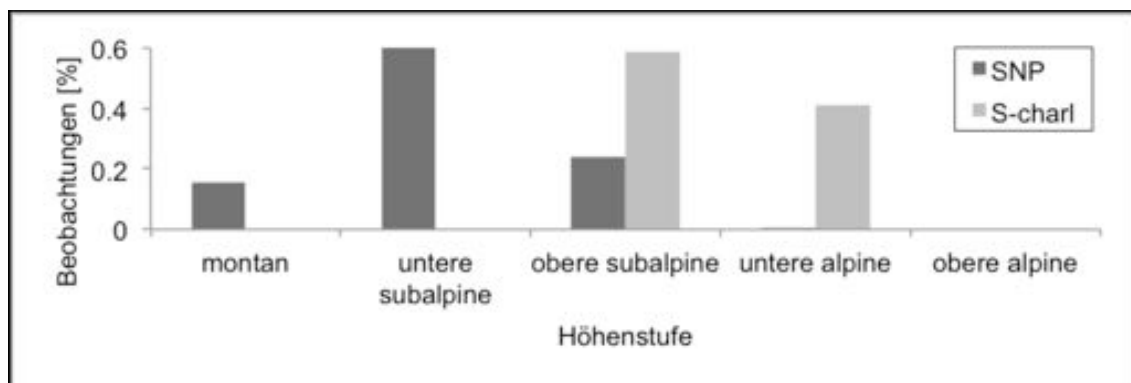


Abbildung 15: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Höhenstufe.

Oberfläche: Der Anteil an Beobachtungen im SNP innerhalb von Wald liegt mit 64% rund 1.5 mal höher als die Standorterfassungen in der Val S-charl mit 43%. Dafür sind in der Val S-charl mit 40% doppelt so viele Tiere auf Wiesen und Weiden als im SNP (20%) (Abb. 16).

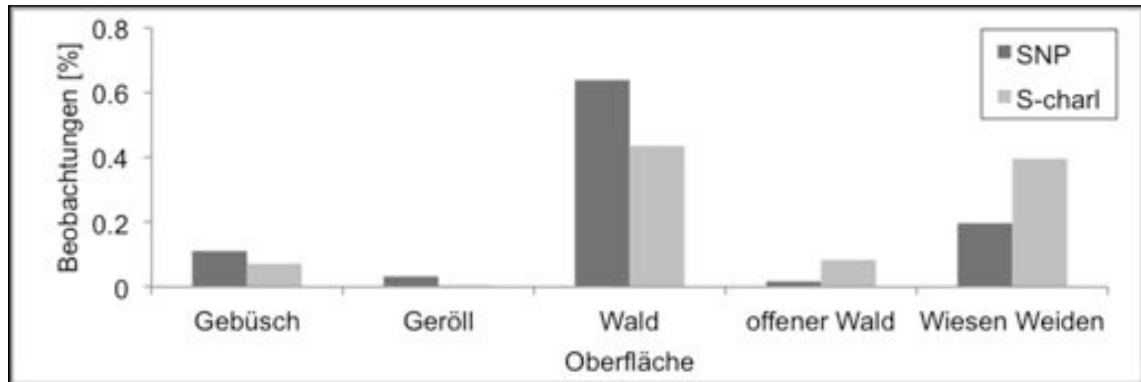


Abbildung 16: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Oberfläche.

Walddeckungsgrad: Anhand der Abbildung 17 ist ersichtlich, dass sich die Aufenthaltsorte der Rothirsche im SNP zu 80% in Gebieten mit Deckung bietenden Strukturen befinden und sich nur 20% der Standorte in freiem Gelände aufhalten. Die Standorte in der Val S-charl liegen zu 38% in bestocktem und zu 62% in freiem Gelände.

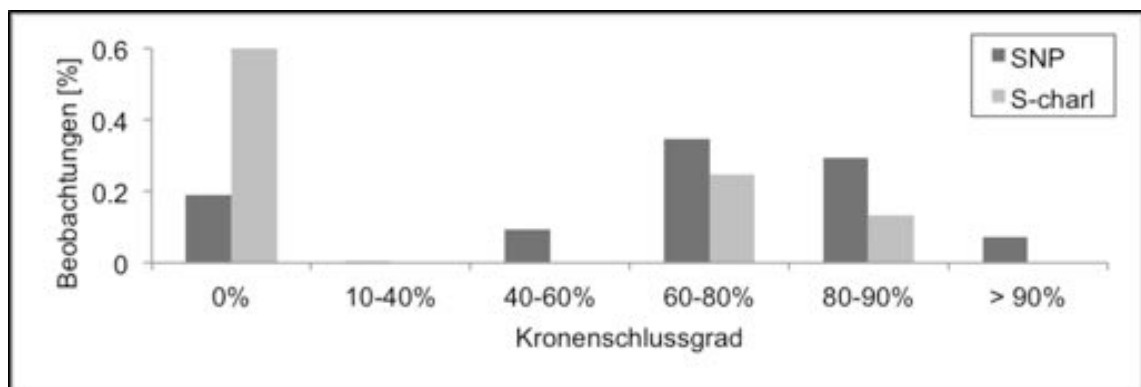


Abbildung 17: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Walddeckung.

3.8 Habitatmodellierung

Die Resultate der Modellierungen und die Habitatkarten werden im folgenden für die Gämssen und die Rothirsche getrennt dargestellt.

3.8.1 Habitatmodell Gämssen

In der Habitatkarte sind die grossen gelben Flächen hauptsächlich Höhenlagen und nach Norden gerichtete Hanglagen (Abb. 18). Diese Lagen werden von den besenderten Gämssen im SNP während des Winters nicht genutzt.

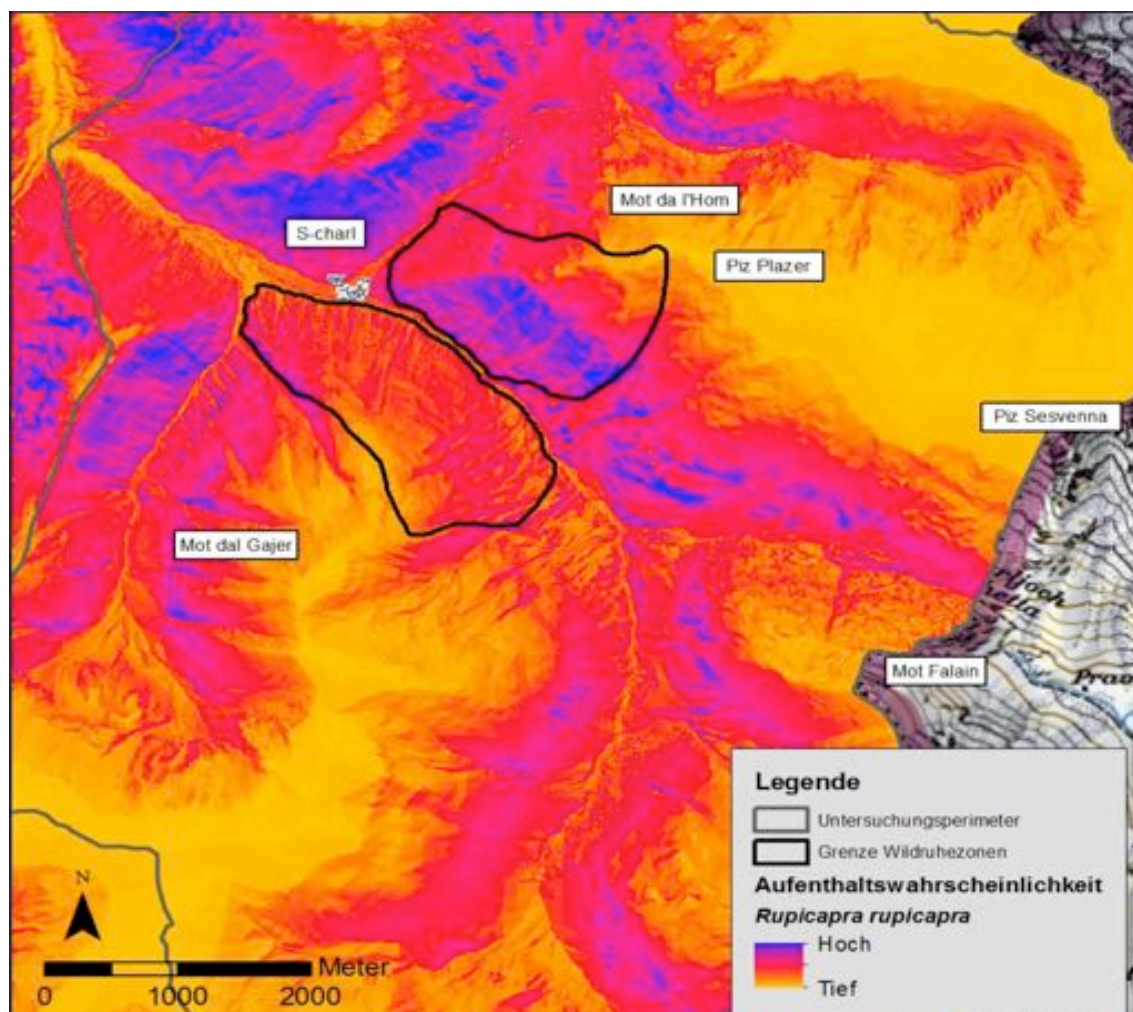


Abbildung 18: Habitatmodell Gämssen Val S-charl.

Der AUC für das Modell liegt für die Trainingsdaten bei 0.743 und für die Testdaten bei 0.749. Dabei wurden 70% der vorhandenen Datenpunkte zufällig als Trainingsdaten ausgewählt und 30% als Testdaten. Die Berechnung des TSS ergibt einen Wert von 0.671. Werden in der Modellierung mit MAXENT die Beobachtungspunkte aus der Val S-charl als Testdaten verwendet, ergeben sich Werte für den AUC: Trainingsdaten 0.706 und für die Testdaten 0.526. Die Be-

rechnung des TSS ergibt einen Wert von 0.503. In Abbildung 19 sind die ROC-Plots der beiden Modelle dargestellt.

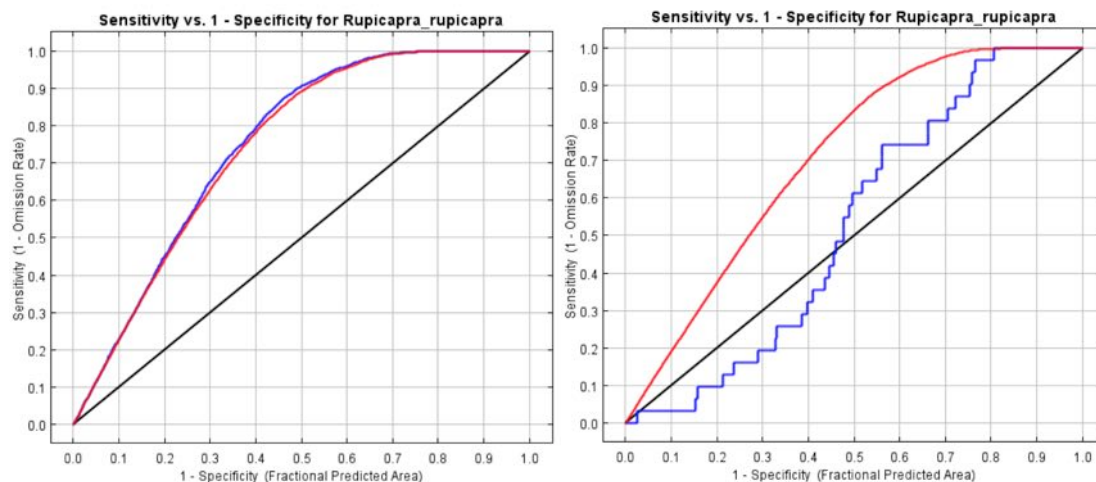


Abbildung 19: ROC der beiden Habitatmodelle für Gämsen. Links das Modell mit den zufällig gewählten Testdaten und rechts das Modell bei dem die Standortpunkte aus der Val S-charl als Trainingsdaten verwendet wurden.

Tabelle 8 stellt dar, wie gross der jeweilige Einfluss jeder einzelnen Umweltvariablen für die Berechnung der Modelle waren.

Tabelle 8: Wichtigkeit der einzelnen Umweltvariablen für die Modelle.

Variable	Testdata SNP [%]	Testdata S-charl [%]
Höhenstufe	60.4	59.7
Exposition	23.2	23.9
Hangneigung	6.4	8.1
Oberfläche	6.7	2.2
Relief	2.6	5.5
Waldeckungsgrad	0.7	0.6

Für die Klassifizierung des kontinuierlichen Modells wurde als unterer Schwellenwert (Minimum Training Presence) 0.012 und als Schwellenwert von geeignetem zu gutem Habitat (10 Percentile Training Presence) 0.337 berechnet und verwendet.

Die Anteile an schlechter, geeigneter und guter Habitateignung für Gämsen innerhalb des Untersuchungsperimeters sind in in Kapitel 4.9.1, Tabelle 11 zusammengefasst.

3.8.2 Habitatmodell Rothirsche

Im Habitatmodell ist gut ersichtlich, dass für Wintereinstände ausschliesslich talsohlnennahe Gebiete genutzt werden. Gemäss dem Modell sind oberhalb der Baumgrenze kaum Rothirsche anzutreffen.

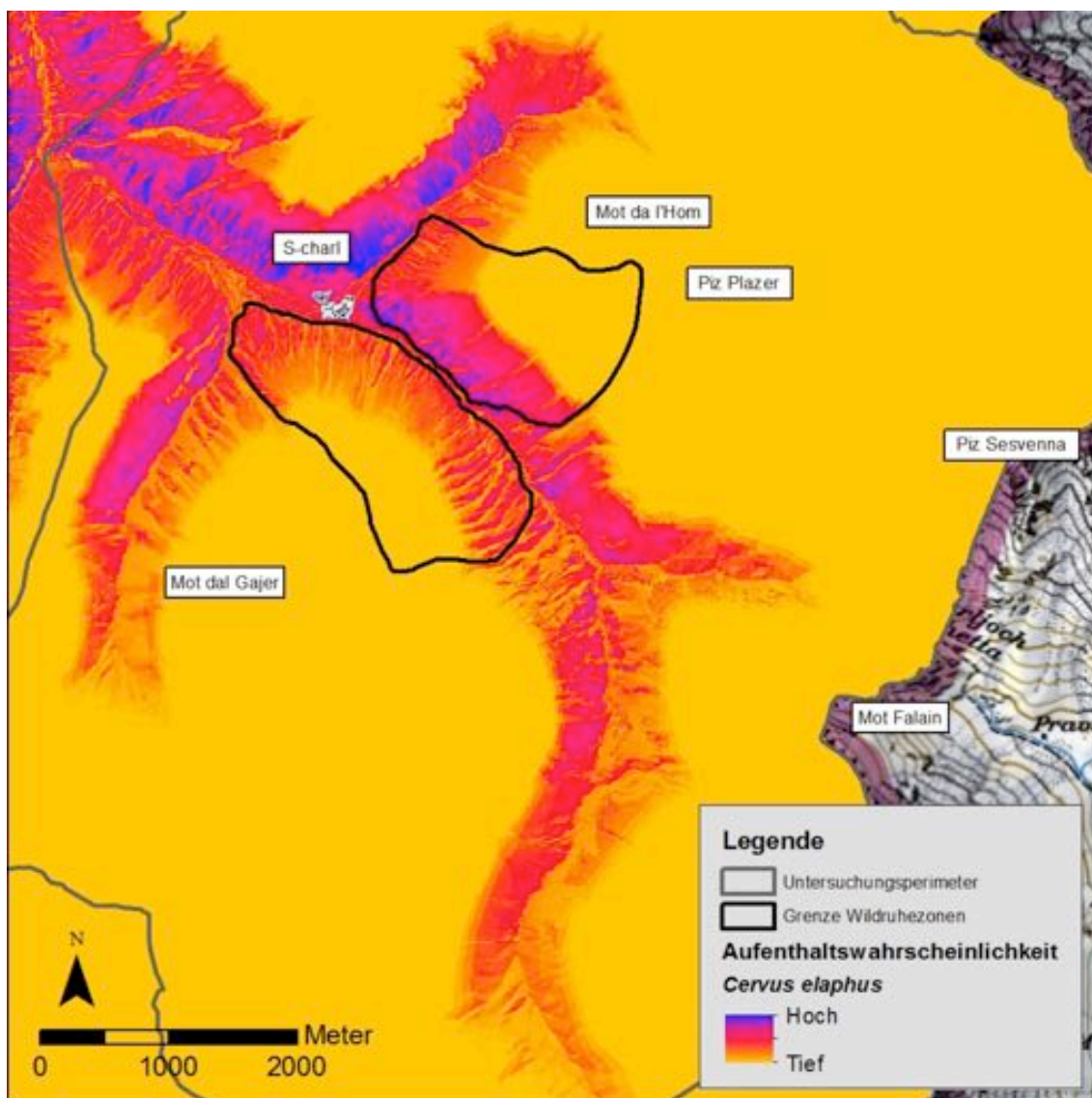


Abbildung 20: Habitatmodell Rothirsche Val S-charl.

Der AUC für das Modell liegt für die Trainingsdaten bei 0.851 und für die Testdaten bei 0.845. Die Berechnung des TSS ergibt einen Wert von 0.738. Werden in der Modellierung mit MAXENT die Beobachtungspunkte aus der Val S-charl als Testdaten verwendet, ergeben sich Werte für den AUC: Trainingsdaten 0.825 und für die Testdaten einen Wert von 0.509. Die Berechnung des TSS ergibt einen Wert von 0.010.

In Abbildung 21 sind die ROC-Plots der beiden Modelle dargestellt.

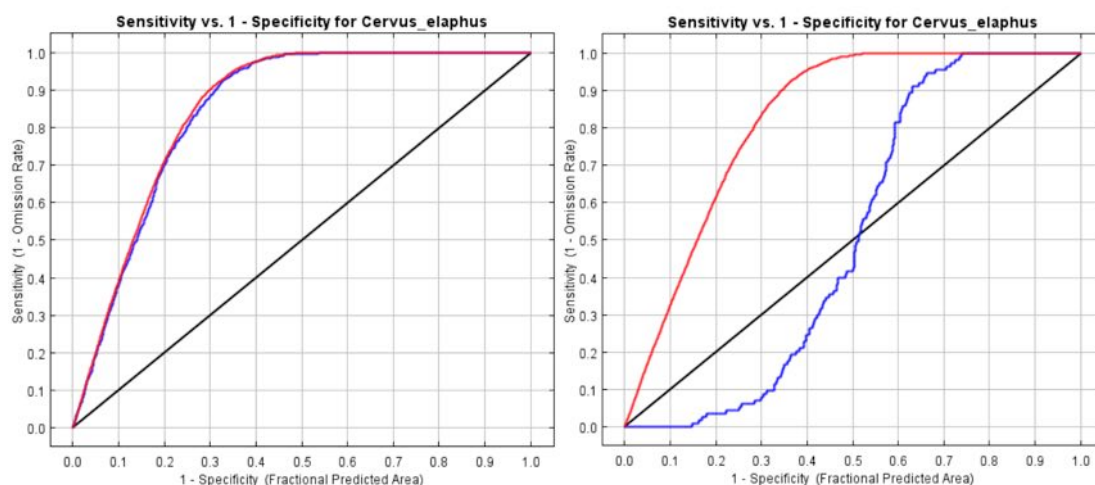


Abbildung 21: ROC der beiden Modelle für Rothirsche. Links das Modell mit den zufällig gewählten Testdaten und rechts das Modell bei dem die Standortpunkte aus der Val S-charl als Trainingsdaten verwendet wurden.

Tabelle 9 stellt dar, wie gross der jeweilige Einfluss jeder einzelnen Umweltvariablen für die Berechnung der Modelle waren.

Tabelle 9: Wichtigkeit der einzelnen Umweltvariablen für die Berechnung des Modells.

Variable	Testdata SNP [%]	Testdata S-charl [%]
Höhenstufe	72.1	72.2
Exposition	19.3	20.6
Walddeckungsgrad	4.4	3.5
Oberfläche	1.2	1.7
Relief	1.9	1.5
Hangneigung	1	0.5

Für die Klassifizierung des kontinuierlichen Modells wurde als unterer Schwellenwert (Minimum Training Presence) 0.014 und als Schwellenwert von geeignetem zu gutem Habitat (10 Percentile Training Presence) 0.348 berechnet und verwendet.

Die Anteile an schlechter, geeigneter und guter Habitateignung für Rothirsche innerhalb des Untersuchungsperimeters sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

3.8.3 Einfluss von Schnee auf die Modelle

Die Monatsmittelwerte der Schneehöhen der Wetterstation in Scuol sind in Abbildung 22 zusammengefasst. Für den Winter 2005/06 standen keine Daten zur Verfügung.

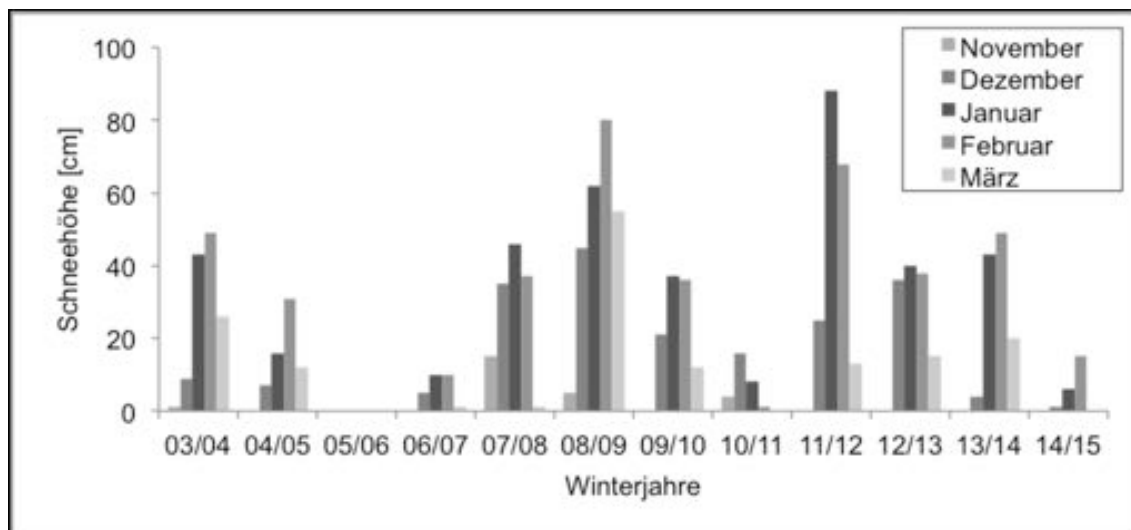


Abbildung 22: Durchschnittliche monatliche Schneehöhen bei der meteorologischen Messstation in Scuol (1303 m.ü.M) für die Monate November bis März. (Quelle Daten: meteoswiss.ch)

In Abbildung 22 ist ersichtlich, dass in den Jahren 2009 und 2012 in Scuol viel Schnee bzw. in 2011 und 2015 wenig Schnee lag. Die Jahresberichte des SLF für diese Jahre in Bezug auf die Schneemengen machen dazu folgende Angaben: 2009 lagen im Alpenhauptkamm überdurchschnittliche Schneehöhen (Etter, Zweifel & Dürr 2011) und im Jahre 2012 fiel im Graubünden ausserordentlich viel Schnee mit gebietsweise Rekordschneehöhen (Techel et al. 2013). Weiter waren in den Jahren 2011 und 2015 die Schneehöhen in allen Höhenlagen unterdurchschnittlich (Techel & Pielmeier 2012; Techel, Zweifel & Marty 2015). Entsprechend diesen Angaben wurden für die Modelle mit überdurchschnittlichen Schneehöhen die Daten aus den Jahren 2009 und 2012 sowie für die Modelle mit unterdurchschnittlichen Schneehöhen die Daten aus den Jahren 2011 und 2015 verwendet (Abb. 23 & Abb. 24). Für die Modelle der Gämsen standen für die schneereichen Winter insgesamt 4498 Beobachtungspunkte zur Verfügung. Die Daten stammen von neun weiblichen und fünf männlichen Tieren. In den schneearmen Wintern waren es 3983 Beobachtungspunkte, welche von acht weiblichen und fünf männlichen Tieren stammten. Bei den Rothirschen waren es in den schneearmen Wintern 1382 Datenpunkte von sechs weiblichen Tieren und in den schneereichen Wintern 1354 Erfassungen von einem weiblichen Tier.

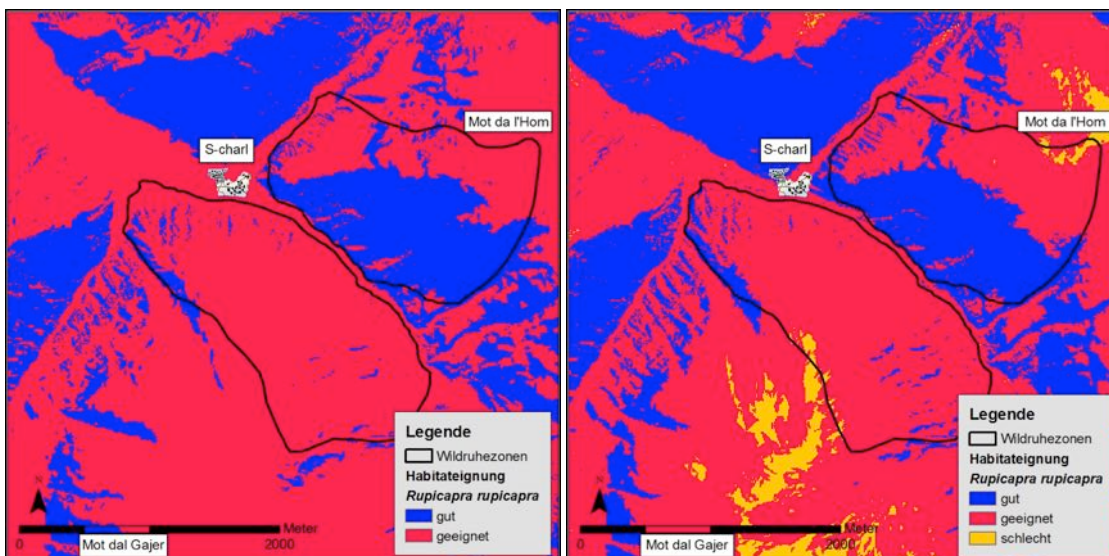


Abbildung 23: Klassifizierte Habitatmodelle Val S-charl für Gämssen, links mit unterdurchschnittlichen und rechts mit überdurchschnittlichen Schneemengen.

Der AUC für das Modell von Gämssen mit unterdurchschnittlichen Schneemengen ist für die Trainingsdaten 0.851 und für die Testdaten 0.848, der Wert für den TSS beträgt 0.705.

Das Modell mit überdurchschnittlichen Schneemengen ergibt Werte für den AUC von 0.858 (Trainingsdaten) und 0.848 für die Testdaten, der TSS ist 0.708.

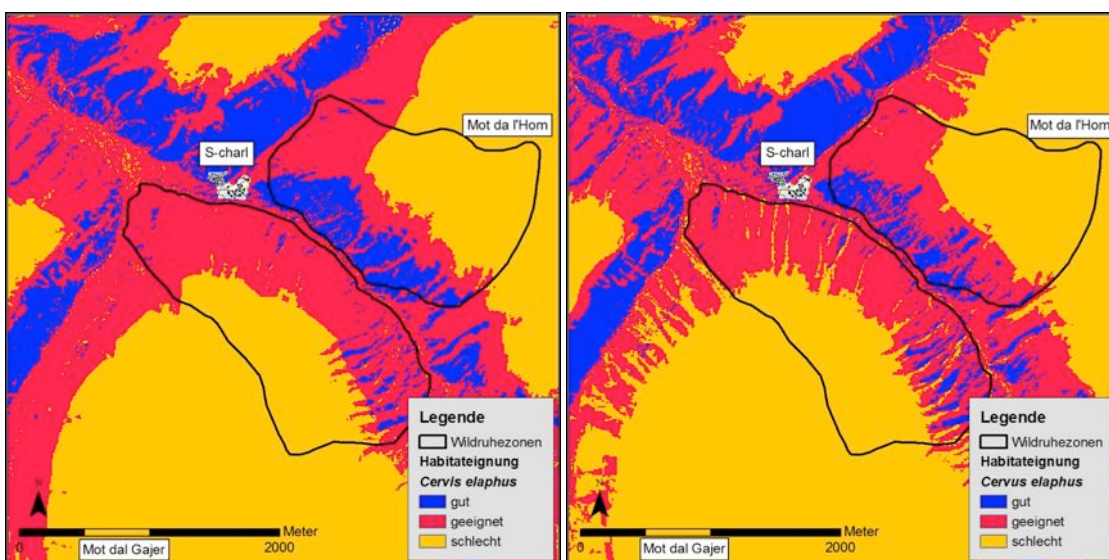


Abbildung 24: Klassifizierte Habitatmodelle Val S-charl für Rothirsch, links mit unterdurchschnittlichen und rechts mit überdurchschnittlichen Schneemengen.

Der AUC für das Modell von Rothirschen mit unterdurchschnittlichen Schneemengen ist für die Trainingsdaten 0.935 und für die Testdaten 0.928. Der Wert für den TSS beträgt 0.808.

Das Modell mit überdurchschnittlichen Schneemengen ergibt Werte für den AUC von 0.921 (Trainingsdaten) und 0.909 für die Testdaten, der TSS ist 0.726.

3.9 Datenanalyse

Als erstes werden die Ergebnisse der Analysen gemäss den beiden Hypothesen dargestellt und danach die Resultate der Fragen im Zusammenhang mit den Wildruhezonen.

3.9.1 Überschneidung Nutzungsräume Tourengänger und Wildtiere

Bei den 86 erfassten Touren wurde eine Gesamt-Wegstrecke von 1371 Kilometern zurückgelegt. Davon entfallen 1121 Kilometer auf Ski- oder Snowboardtouren und 250 Kilometer auf Schneeschuhtouren oder Winterwanderungen. Von den 1371 Kilometern führten gemäss des Habitatmodells 21% durch gutes, 72% durch geeignetes und 7% durch schlechtes Gämshabitat.

Betrachtet man die Touren im Rothirsch-Habitatmodell führten diese durch 14% gutes, 46% geeignetes und 40% schlechtes Rothirschhabitat.

In Tabelle 10 sind die Flächen und ihre Anteile der Habitatklassen für den Untersuchungsperimeter ohne den Einfluss von Tourengängern denjenigen mit Beeinflussung von Tourengängern gegenüber gestellt.

Tabelle 10: Potenzieller Einfluss von Tourengänger auf die Habitateignung.

Habitateignung		Ohne Tourengänger		Mit Tourengänger		Verlust bzw. Zunahme	
		[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Gämse	gut	1479	22	948	14	- 531	- 8
	geeignet	4381	67	3037	46	- 1344	- 21
	schlecht	711	11	2587	39	+ 1876	+ 28
Rothirsch	gut	370	6	186	3	- 184	- 3
	geeignet	1388	21	744	11	- 644	- 10
	schlecht	4815	73	5642	86	+ 827	+ 13

3.9.2 Entfernungen zu Rückzugsorte

In Tabelle 11 ist aufgelistet, wieviele der Beobachtungspunkte während der Mittagszeit von den Tieren im SNP und den Tieren in S-charl sich in welchem Gelände aufgehalten haben. Unterschieden wird das Gelände in „Wald“, „Fels“ und „Andere“. Für die Berechnungen der Distanzen zu schützenden Strukturen wurden nur die Daten „Andere“ verwendet.

Tabelle 11: Aufenthaltsorte von Gämsen und Rothirsch während der Mittagszeit im Hochwinter.

		n	Wald [%]	Fels [%]	Andere [%]
Gämsen	SNP Ganztags	20239	20	17	62
	SNP Mittag	3506	21	9	70
	S-charl Mittag	34	0	21	79
Rothirsch	SNP Ganztags	5430	64	0	35
	SNP Mittag	962	73	0	26
	S-charl Mittag	114	18	1	82

3.9.3 Distanzen Rückzugsorte Gämsen

Die deskriptive Statistik in Bezug auf die Distanzen der Erfassungsdaten zu Wald, Fels und zur nächsten schützenden Struktur sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Entfernungen der beobachteten Standorte von Gämsen zu schützenden Strukturen zur Mittagszeit im Hochwinter.

	Fels		Wald		Nächste schützende Struktur	
	MW (SD) [m]	Median [m]	MW (SD) [m]	Median [m]	MW (SD) [m]	Median [m]
Val S-charl (n=27)	105.74 (117.11)	60	222.93 (206.85)	147	64.85 (72.21)	43
SNP (n=2438)	93.37 (88.45)	66	155.68 (162.73)	113	38.98 (34.18)	30

Die Distanzen von Gämsen in der Val S-charl um die Mittagszeit zu Fels und Wald sind nicht kleiner als diejenigen von Gämsen im SNP in der selben Zeitperiode (Fels: Est=0.0025 +/- 0.0032, z=0.762, p=0.446; Wald: Est=-0.0012 +/- 0.0011, z=-1.144, p=0.253). Die kürzesten Distanzen der Gämsen zu schützenden Strukturen sind in der Val S-charl grösser als bei Gämsen im SNP (Est=-0.015 +/- 0.0053, z=-2.905, p=0.004).

3.9.4 Distanzen Rückzugsorte Rothirsche

Die mittleren Distanzen von in offenem Gelände beobachteten Rothirschen zum Waldrand sind in der Val S-charl 33.29 Meter (SD=53.78) und im SNP 38.50 Meter (SD=37.10). Der Median für die beiden Regionen ist für die Val S-charl 17 Meter und für die Region SNP 23.5 Meter.

In der Val S-charl unterscheiden sich die Distanzen der um die Mittagszeit in offenem Gelände beobachteten Rothirsche zu Waldrändern nicht signifikant von den Distanzen von Tieren aus der Region des SNP (Est=0.0032 +/- 0.0032, z=1.017, p=0.309).

3.9.5 Landschaftsanalyse

In Tabelle 13 ist ersichtlich, dass im SNP der Anteil an Fels in einem Radius von 500 Metern rund um die Beobachtungsstandorte fast fünf mal höher ist. Auch der Anteil an Wald ist im SNP eineinhalb mal so gross wie in der Val S-charl.

Tabelle 13: Landschaftsanalyse der Untersuchungsgebiete in einem Radius von 500 Metern rund um Tierstandorte.

	Fels			Wald		
	Flächenanteil [%]	MW (SD) [m]	Median [m]	Flächenanteil [%]	MW (SD) [m]	Median [m]
S-charl	3	75 (266.70)	32	20	48 (43.16)	32
SNP	14	38 (46.51)	22	36	33 (16.77)	28

3.9.6 Lebensräume Wildruhezonen

Anhand der Modellierung mit MAXENT können die in der Val S-charl ausgeschiedenen Wildruhezonen in Bezug auf die Eignung als Winterreinstände von Gämsen und Rothirschen eingeschätzt werden. Die Hänge in der Wildruhezone Nord haben eine südliche Exposition und sind besser als Lebensräume für Gämse und Rothirsch geeignet als die Wildruhezone Süd mit Ausrichtung nach Norden (Tab. 15). Von den 34 beobachteten Gämsen befanden sich 22 bzw. 65% innerhalb der Wildruhezone (Abb. 6) und von den 115 Beobachtungen von Rothirschen waren 84 (73%) innerhalb der Wildruhezone.

Tabelle 14: Anteile der Flächen in den Wildruhezonen in Bezug auf die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Gämsen und Rothirsche

	Habitateignung	Wildruhezone Nord	Wildruhezone Süd
		[%]	[%]
Gämsen	gut	63	12
	geeignet	37	88
	schlecht	0	0
Rothirsche	gut	24	3
	geeignet	32	65
	schlecht	44	31

3.9.7 Beachten Wildruhezonen

In Abbildung 4, Kapitel 4.1, ist ersichtlich, dass die Grenzen der Wildruhezonen von den Tourengängern gut berücksichtigt wurden. In den Fällen bei denen die Grenzen übertreten wurden, hielten sich die Personen immer in den grenznahen Bereichen auf. Dies kam öfters an Orten vor, bei welchen die Grenzen in unmittelbarer Nähe zu Wegrändern verlaufen. In drei Fällen fand eine geringfügiges Übertreten bis max. 100 Meter über die Grenze im Bereich des Mot da l’Hom statt. Bei allen drei Fällen befanden sich die Gruppen auf einer Höhe von über 2500 m.ü.M. Alle drei Touren waren geführt und fanden innerhalb der gleichen Woche statt. Zwei der Gruppen setzten sich aus mehr als zehn Personen zusammen, die dritte Gruppe bestand aus zwei Personen.

4 DISKUSSION

Erfreulicherweise haben sich die meisten der angefragten Gruppen im Hotel Mayor bereit erklärt, einen Datalogger mit zu tragen um ihre Route aufzuzeichnen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Stichprobengrösse der Tourengänger mit Übernachtungen im Hotel Mayor in S-charl repräsentativ ist. Überraschenderweise verteilten sich die Touren relativ regelmässig über alle Wochentage ohne eine eindeutige Spitze an den Wochenenden. Die rohen Daten der Data-Logger sind akkurat und es hatte nur wenig fehlerhafte Punkte welche entfernt werden mussten. Bei der Überlagerung der aufgezeichneten Routen mit den Routenvorschlägen der Skitourenkarte des Schweizerischen Alpenklubs (SAC), zeigt sich, dass die Routenverläufe erstaunlich identisch sind.

84% der Skitouren und 76% der Schneetouren bewegten sich im Umkreis von 100m auf den vorgeschlagenen Routen auf der im Internet frei zugänglichen Skitourenkarte (Abb. 25).

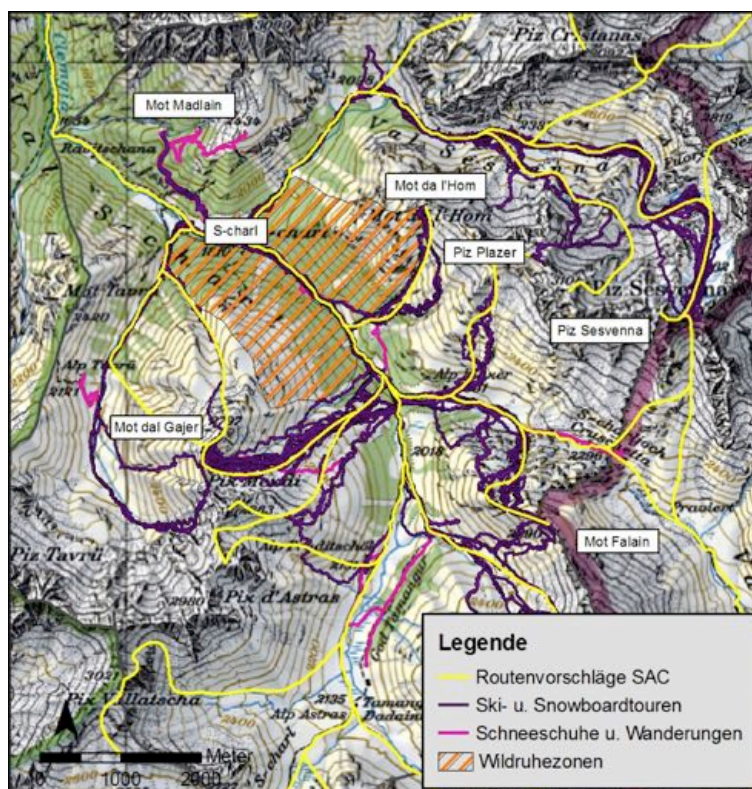


Abbildung 25: Die aufgezeichneten Skitouren (violett), überlagert mit den Tourenvorschlägen des SAC.

Einerseits lässt sich die hohe Übereinstimmung damit erklären, dass Tourenfahrer (und Schneeschuhwanderer) gerne gut zu begehende (Alp-) Strassen und breite Wanderwege für die Aufstiege nutzen, andererseits dürfte eine grosse Anzahl der Tourengänger die Skitourenkarte des SAC als Planungshilfe für die Routen nutzen. Dies bedeutet, dass die Routenvorschläge des SAC ein geeignetes Lenkungsinstrument für Tourengänger sind.

Man kann davon ausgehen, dass nebst den Gästen aus dem Hotel Mayor noch andere Tourenfahrer innerhalb des Untersuchungszeitraums unterwegs waren. Darauf deuten Notizen in den Aufzeichnungen der Parkwächter über die Tierbeobachtungen hin. Sie konnten zum Beispiel am 13.3. 2015 beobachten, wie Tourenskifahrer vom Munt Tablasot (unterhalb Mot da l'Hom) in Richtung Tablasot abfahren. Von diesem Tag existieren keine Aufzeichnungen von Data-Loggern. Ob es sich dabei um eine Gruppe aus dem Hotel, welche ohne Data-Logger unterwegs war, oder eine andere Gruppe handelte, ist nicht bekannt.

Dadurch dass die Daten der Touren alle von Gästen aus dem Hotel Mayor stammen, ist anzunehmen, dass es sich hierbei um einen ganz bestimmten Typ Tourengänger handelt. Vergleicht man das Altersprofil der Data-Loggerträger mit dem Profil aus der bereits in der Einleitung erwähnten Studie des Bundesamt für Sport von 2014 zum Sportverhalten der Einwohner der Schweiz erkennt man, dass die Loggerträger eher älter als der Durchschnitt der Skitourenfahrer waren (Abb. 26). Gemäss der Studie ist die Altersklasse von 29 bis 44 Jahren mit 35% am stärksten vertreten (Lamprecht, Fischer & Stamm 2015), während bei den Gruppen in S-charl die Altersklasse der 55-64 jährigen mit 45% überwiegt.

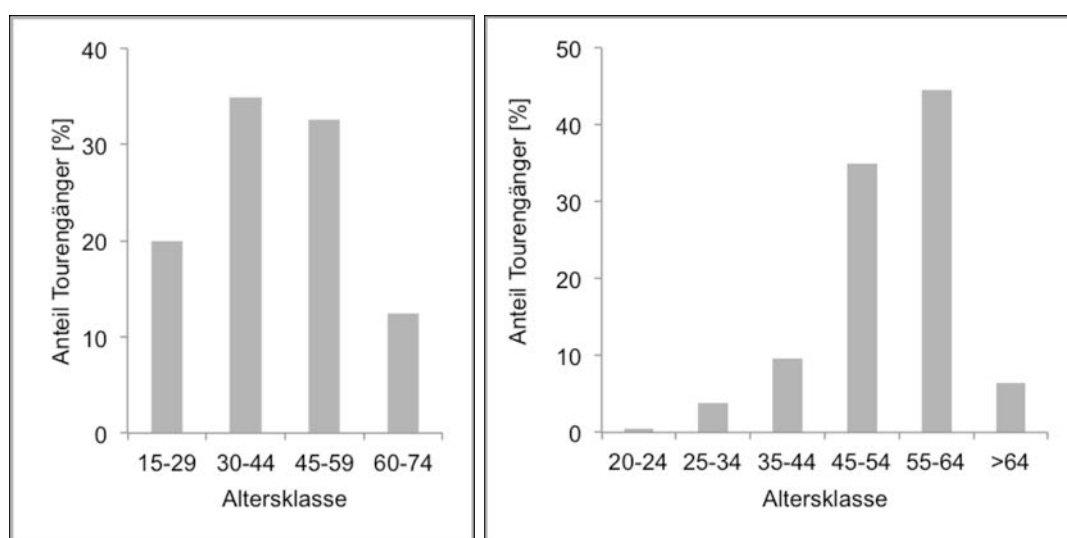


Abbildung 26: Anteile der Altersklassen aller Schweizer Tourengänger gemäss Erhebung BASPO (links) und Altersverteilung in S-charl gemäss Angaben in den Fragebögen (rechts).

Da die Daten offenbar nur von einer bestimmten Zielgruppe stammen, muss dies bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Es dürften in dem Gebiet auch noch eine unbekannte Anzahl Tourengänger unterwegs sein, welche möglicherweise andere Verhaltensmuster und Vorlieben als die Gäste aus dem Hotel aufweisen.

Ein Grossteil der Touren führte in die von Gämsen und Rothirschen wenig bevorzugten Nordlagen der Berge. Dass es auf der Nordseite einen so hohen Anteil an Tourengängern hat, kann daran liegen, dass die Schneebedingungen infolge der geringen Schneemengen im Winter

2015 auf dieser Seite wesentlich besser waren. Je nach Schnee- und Lawinenbedingungen kann sich dies in anderen Jahren ändern und ein wesentlich höherer Anteil der Touren könnte durch die von Gämsen und Rothirschen bevorzugten Hänge mit südlicher Exposition führen.

Die Besucherzahlen im Tal sind nach subjektiver Beurteilung von in dem Tal lebenden Personen in den letzten 10 Jahren ungefähr gleich geblieben. Auch die Übernachtungszahlen im einzigen im Winter geöffneten Hotel zeigen zwar Schwankungen von plus/minus zehn Prozent, sind aber ansonsten mehr oder weniger konstant (D. Mayor, Wirt, mündl. Mitteilung). Um genauere Angaben zu den touristische Entwicklung in der Val S-charl machen zu können, müssten detailliertere Erhebungen zu den Besucherzahlen gemacht und ausgewertet werden. Eine Aussage darüber, ob die Rothirsche unter anderem infolge einer Zunahme an Freizeitaktivitäten aus den Wintereinständen in den Höhenlagen rund um S-charl verschwunden sind, ist anhand der zur Verfügung stehenden Daten nicht möglich.

Anhand der Aufzeichnungen ist das Potenzial an Interaktionen zwischen Mensch und Wildtier entlang der Grenzen zu den Wildruhezonen am grössten. Insbesondere entlang des Grenzverlaufs südlich der Mot da l'Hom nach Tablasot ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass Touren-gänger Gämsen oder Rothirschen begegnen. Ob dies daran liegt, dass die Beobachtungsmethode den Fokus in diesem Grenzgebiet hat, müsste genauer untersucht werden. Dazu müsste der Beobachtungssperimeter genauer definiert bzw. festgelegt werden und verschiedene Beobachtungssperimeter mit- und ohne Wildruhzonen miteinander verglichen werden.

4.1 Lebensräume

Vergleicht man die Lebensräume der Gämsen und Rothirsche in Bezug zur Vegetation, zeigen sich grosse Unterschiede zwischen den Aufenthaltsorten an den verschiedenen Standorten. In der Vegetationskarte werden geologische Unterschiede der Untergründe mit verschiedenen Vegetationsklassen berücksichtigt. Betrachtet man die geologische Karte der Region (Abb. 27) ist ersichtlich, dass die Val S-charl hauptsächlich aus Gneis besteht, während darum herum Dolomit überwiegt (Trümpy 2007).

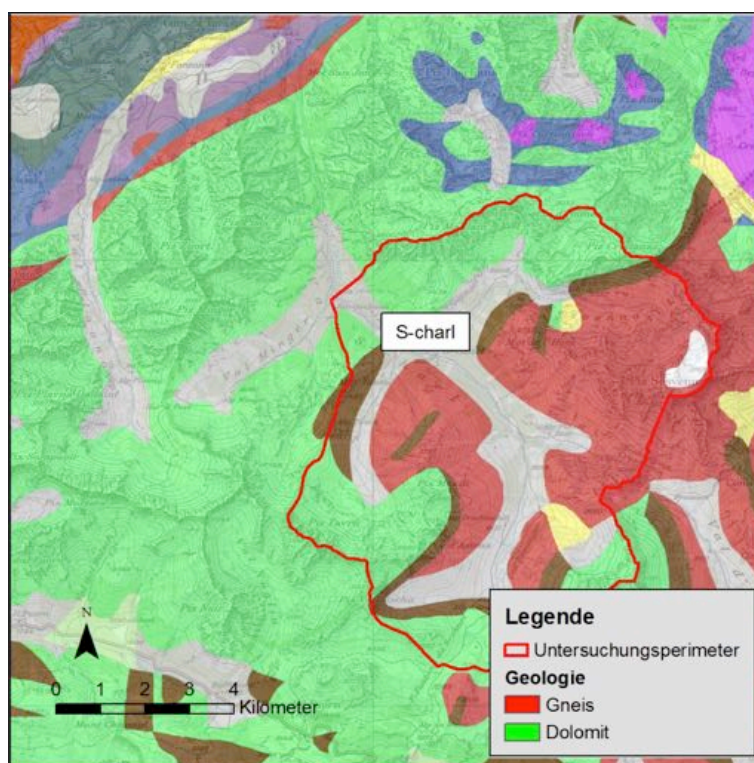


Abbildung 27: Geologische Karte Region Val S-charl.
(Quelle: swisstopo)

Dadurch lassen sich die Differenzen der beiden Lebensräumen erklären. Auf Grund der grossen Unterschiede zwischen den Gebieten, wurde in der endgültigen Variante des Habitatmodells die Vegetation gemäss Zoller (1964) als Umweltvariable weggelassen.

Gämsen wie auch Rothirsche bevorzugen für ihre Wintereinstände die nach Süden gerichteten Bergseiten. Die leichten Unterschiede der Regionen bei der Exposition kommen durch den Verlauf der Täler zustande. Die Val Trupchun und die Val S-charl verlaufen generell von Nordost nach Südwest, hingegen hat die Region II Fuorn eher eine West-Ost Ausrichtung.

Der grösste Unterschied bei den Lebensräumen sind die unterschiedlichen Standorte in der Umweltvariablen „Oberfläche“. Der Grund dafür dürften die unterschiedlichen Erfassungsmethoden sein. Man kann davon ausgehen, dass die durch die Parkwächter aufgezeichneten Standorte durch Sichtbeobachtungen akkurat sind. Die Genauigkeit der Standortaufzeichnung wurde bereits in früheren Untersuchungen geprüft. Die Parkwächter konnten dabei Beobachtungsstandorte auf durchschnittlich 32.6 Meter (SD 22.5) genau auf die Karten übertragen (Haller 2006). Die Methode der Datenaufnahmen durch direkte Beobachtungen über grosse Distanzen erfasst vor allem diejenigen Tiere, welche gut ersichtlich sind. Tiere im Wald sind kaum oder nur schwer zu erkennen. Dadurch entsteht eine Verzerrung hin zu offenen Lebensräumen wie es sich in den Resultaten zu den bevorzugten Lebensräumen widerspiegelt.

4.2 Modelle

Bei jeder Habitatmodellierung stellt sich schliesslich die Frage, wie gut das Modell die Realität darstellt. Bei dem dafür oft verwendeten AUC gilt ein Wert bis 0.5 oder 50% als rein zufälliges Modell. Mit Ausnahme der Modelle bei welchen die Beobachtungsdaten aus der Val S-charl als Testdaten verwendet wurden, liegen alle Werte für die erstellten Modelle zwischen 0.7 und 0.9, und lassen sich somit als gute Darstellungen der Realität interpretieren (Manel, Williams & Ormerod 2001).

Der in binären Modellen verwendete TSS kommt zu einem ähnlichen Ergebnis wenn als Schwellenwert für Abwesend/Anwesend der Wert für die „10 Percentile Training Presence“ angewendet wird. Die Werte können dabei zwischen -1 und 1 liegen. Modelle mit Werten unter 0 gelten als unbrauchbar, über 0.8 als beinahe Perfekt. Die meisten Werte für den TSS liegen zwischen 0.6 und 0.8, was als substantielles Modell eingestuft wird (Landis & Koch 1977).

Betrachtet man die Werte des AUC und TSS für die Schneemodelle, erstaunt es etwas, dass diese Modelle gemäss der AUC und TSS Werte noch genauer sein sollen als die generellen Modelle, obschon weniger Individuen und Daten zur Berechnung dieser Modelle verwendet wurden. Tatsächlich scheint ein Trend erkennbar, je weniger Individuen zur Berechnung des Modells verwendet wurden um so besser wird der Wert für die AUC (Abb. 28).

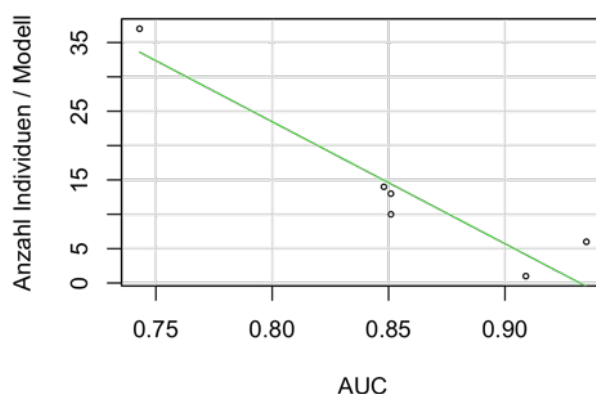


Abbildung 28: Einfluss der Individuenzahl auf den AUC für die Modellberechnungen.

Eine mögliche Ursache liegt in der Autokorrelation der Datenpunkte. Obschon eine Vielzahl an Datenpunkte für die Berechnung der Modelle verwendet wurde, stammen diese nur von wenigen Individuen wodurch die Unabhängigkeit der Beobachtungspunkte nicht gewährleistet ist. Statistisch gesehen führt dies zu einem falschen Anstieg der Präzision (Aarts et al. 2008).

Eine Einschätzung des Modells anhand des AUC und des TSS ist für die vorliegenden Modelle daher nicht angebracht. Mehrere Studien kommen zum Schluss, um ein akkurates Habitatmodell zu erstellen sind Daten von ca. 30 Individuen nötig (Stockwell & Peterson 2002; Wisz et al.

2008). Betrachtet man die Individuenzahl welche für die Modellierungen verwendet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass nur das generelle Modell des Gämshabitats akkurate Resultate repräsentiert. Das Modell enthält Daten von 37 Individuen. Die anderen Modelle wurden alle mit den Daten von weniger als 15 Individuen berechnet, weshalb bei der Interpretation der Modelle Vorsicht geboten ist.

Eine hohe Anzahl an Daten, insbesondere autokorrelierende Daten, führten in der Regel zu einem zu genauen Anpassen eines Modells an die Beobachtungspunkte (engl. overfitting) In MAXENT kann durch das Anpassen des „regularization Multipliers“ dem „overfitting“ Rechnung getragen werden. Ausserdem trägt die Auswahl von tiefen Schwellenwerten bei der Klassifizierung der Modelle ebenfalls zur Reduktion des „overfittings“ bei. Infolge der hohen Anzahl der Daten von denselben Individuen und der damit verbundenen Autokorrelation dürfte das „overfitting“ die Qualität der vorliegenden Modelle trotzdem negativ beeinflussen.

Zusätzlich weisen Gämsen und Rothirsche bei der Wahl ihrer Einstände eine sehr hohe ökologische Plastizität auf. Das heisst sie können kurzfristig auch Lebensräume nutzen, welche in den Modellen als „schlechte Habitateignung“ klassifiziert wurden (Schaumberger et al. 2006). Auch Phillips, Anderson & Shapire (2006) weisen in ihrem Grundlagenpaper über MAXENT darauf hin, dass auf dem Konzept der ökologischen Nischen beruhende Habitatmodelle in vielen Fällen die fundamentalen Nischen (die potenziellen Habitate) grösser sind als die realisierte Nische (der tatsächlich beobachtete Standort einer Art). Durch das Verwenden von Anwesenheitsdaten für das Modell widerspiegelt dieses ausschliesslich die realisierte Nische wieder. Dies bedeutet, dass Standorte ohne Beobachtungspunkte als „schlecht geeignet“ klassifiziert werden, obschon in diesen Räumen Aufenthalte möglich sind.

Beispielsweise beschreiben einige Studien die Nutzung von Hochlagen durch Rothirsche als Wintereinstände (Haller 2002; Schmidt 1993). Da bei den für die Modellierungen verwendeten Beobachtungsdaten keine solchen Standorte vorhanden waren, konnten entsprechende Regionen auch nicht als potenziell geeignete Standorte in den Modellen berechnet werden. Es muss berücksichtigt werden, dass unter Umständen auch die als „schlecht“ klassifizierten Lebensräume teilweise als Wintereinstände genutzt werden und es somit auch hier zu Interaktionen zwischen Menschen und Wildtieren kommen kann (Stockwell & Peterson 2002).

Die unterschiedlichen Erfassungsmethoden der Aufenthaltsorte und die ökologische Plastizität dürften ausserdem weitere Gründe dafür sein, dass die vorliegenden Habitatmodelle sich nur mässig mit den Beobachtungsstandorten in der Val S-charl decken.

Der Effekt der Autokorrelation und die geringe Anzahl an Individuen für die Modellberechnung führen auch dazu, dass die Qualität der Schneemodelle grundsätzlich in Frage gestellt werden muss. Bereits ohne das grundsätzliche „in Frage stellen“ des Modells sind die Unterschiede zwischen den Schnee- und den generellen Habitatmodellen gering. Um den Einfluss der

Schneedecke auf die Wintereinstände zu prüfen, wäre ein als Umweltvariable verwendetes, kleinräumliches Schneemodell, wie es zum Beispiel mit der Software Alpine3D des SLF berechnet werden kann, besser geeignet. Diese Modellierungen sind aber sehr aufwendig und hätten den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Aus den oben erwähnten Gründen wird auf eine weitere Interpretation des Einflusses der Schneedecke auf die Wintereinstände verzichtet.

4.3 Statistik / Hypothesen

Geht man davon aus, dass die Modelle in etwa der Realität entsprechen, führt ein recht hoher Anteil der Touren durch geeignetes Gämshabitat und nur geringfügig weniger durch geeignetes Rothirschhabitat. Daraus lässt sich folgern, dass in der Val S-charl Interaktionen zwischen Wildtieren und Skitourengängern stattfinden. Entsprechend muss davon ausgegangen werden, dass die Touren zu einem Verlust an potenziell „guten“ Lebensräumen für die Tiere führen. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass nicht täglich Touren stattfanden und sich diese über ein grosses Gebiet verteilten.

4.3.1 Rückzugsorte

Die statistische Auswertung der Distanzen von Tierstandorten zu Rückzugsmöglichkeiten ergaben einzig für die Distanzen der Standorte von Gämsen zu der nächst möglichen schützenden Struktur einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgebieten. Entgegen der Hypothese, dass die Distanzen in der Val S-charl zu schützenden Strukturen kürzer sind, waren diese allerdings länger.

Betrachtet man die Ergebnisse aus der Distanzanalyse im Kontext mit der Landschaftsanalyse, können die längeren Distanzen durch die unterschiedliche Verteilung und geringeren Anteile von schützenden Strukturen in dem Untersuchungsgebiet erklärt werden. Die hohe Standardabweichung bei den felsigen Strukturen deutet ausserdem darauf hin, dass diese in der Val S-charl wesentlich unregelmässiger über das Gebiet verteilt liegen (McGarigal 2015).

4.3.2 Wildruhezonen

Die geringfügigen Übertretungen um den Mot dal Hom lagen in einem Gebiet welche von Gämsen und Rothirschen nur mit geringer Wahrscheinlichkeit als Aufenthaltsorte genutzt werden. Warum die Übertretung erfolgten ist nicht bekannt. Es besteht aber die Möglichkeit, dass infolge des schneearmen Winters keine anderen Routen möglich waren, um auf den Gipfel zu gelangen.

Die Tourengänger scheinen die Grenzen sehr genau zu kennen, in einigen Fällen wurde fast Meter genau dem Grenzverlauf gefolgt. GPS-Daten der Wildruhezonen sind im Internet frei verfügbar und können somit einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Wildruhezonen beitragen.

4.4 Fazit

Ein Grossteil der Freizeitaktivitäten wie Skitourenfahren oder Schneeschuhwandern finden in der Val S-charl in den selben Gebieten statt, welche auch gerne von Gämsen und Rothirschen als Wintererstände genutzt werden. Interaktionen zwischen Wildtieren und Tourengängern sind unvermeidbar und finden regelmässig statt, wobei sich die Intensität der Touren in der Val S-charl mit durchschnittlich ein bis zwei Touren pro Tag eher als gering einstufen lässt. Die Distanzen der beobachteten Tierstandorte zu schützenden Strukturen unterscheiden sich in der Val S-charl denn auch nicht signifikant von den Distanzen der Standorte im SNP. Die Resultate deuten darauf hin, dass sich bei den beobachteten Tieren in der Val S-charl eher eine Habituation als eine Sensitivierung als Reaktion auf die Tourengänger eingestellt hat. Welchen Einfluss dabei die Wildruhezone mit ihrer schützenden Funktion auf das Verhalten der Tiere hat, kann anhand der verwendeten Daten und deren räumlichen Analysen nicht beantwortet werden. Nebst der räumlichen Verteilung kommt der zeitlich-räumlichen Analyse bei Interaktionen zwischen Tier und Mensch eine Schlüsselrolle zu. In weiterführenden Arbeiten muss der temporären Raumverteilung der Tiere mehr Gewicht beigemessen werden. Sei es bei Interaktionen zwischen Mensch und Wildtier oder beim Vergleichen von Bewegungsverhalten oder Aktivitätszyklen der Wildtiere.

Obschon die Schneedecke bei den Berechnungen der Modelle keine entscheidende Rolle gespielt hat, darf nicht vergessen werden, dass die Verteilung des Schnees bei der Wahl der Winterquartiere von Gämsen und Rothirschen ein entscheidender Faktor ist. Kleinräumliche Schneedeckenmodellierungen könnten bei weiteren Untersuchungen wichtige Erkenntnisse zum Bewegungsverhalten der Tiere mit und ohne Interaktionen mit Menschen liefern.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Untersuchungsperimeter S-charl.....	6
Abbildung 2: Anzahl Touren pro Woche.....	16
Abbildung 3: Verteilung der Touren auf die Wochentage	17
Abbildung 4: Ski und Scheeschuhtouren Val S-charl Winter 2015	18
Abbildung 5: Clusteranalyse Daten Tourengänger	19
Abbildung 6: Standorte von Gämsen und Rothirschen S-charl.....	20
Abbildung 7: Überlagern der Touren mit den Wildtierbeobachtungen Val S-charl.....	21
Abbildung 8: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Exposition	23
Abbildung 9: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Hangneigung	24
Abbildung 10: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Höhenstufe	24
Abbildung 11: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Oberfläche	25
Abbildung 12: Bevorzugte Lebensräume Gämsen, Kronenschlussgrad.....	25
Abbildung 13: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Exposition	26
Abbildung 14: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Hangneigung	27
Abbildung 15: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Höhenstufe	27
Abbildung 16: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Oberfläche	28
Abbildung 17: Bevorzugte Lebensräume Rothirsche, Walddeckung	28
Abbildung 18: Habitatmodell Gämsen Val S-charl	29
Abbildung 19: ROC Habitatmodelle Gämsen.....	30
Abbildung 20: Habitatmodell Rothirsche	31
Abbildung 21: ROC Habitatmodell Rothirsch	32
Abbildung 22: Durchschnittliche Schneehöhen Scuol.....	33
Abbildung 23: Habitatmodelle Gämsen, Schneemengen.	34
Abbildung 24: Habitatmodelle Rothirsche, Schneemengen.....	34
Abbildung 25: Aufgezeichnete Skitouren - Tourenvorschläge SAC	39
Abbildung 26: Altersklassen S-charl-Schweiz.....	40
Abbildung 27: Geologische Karte Region Val S-charl (Quelle: swisstopo)	42
Abbildung 28: Einfluss Individuenzahl auf Modellberechnung AUC	43

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Umweltvariablen Habitatmodellierungen	9
Tabelle 2: Parameter MAXENT	10
Tabelle 3: Klassifizierung Habitatmodelle	11
Tabelle 4: Touren S-charl: Regionen, Sportgeräte und Personen.	16
Tabelle 5: Beobachtungspunkte Gämsen und Rothirsche	22
Tabelle 6: Bevorzugte Standorte Gämsen, Vegetationsklassen nach Zoller	23
Tabelle 7: Bevorzugte Standorte Rothirsche, Vegetationsklassen nach Zoller.	26
Tabelle 8: Wichtigkeit Umweltvariablen Habitatmodell Gämsen	30
Tabelle 9: Wichtigkeit Umweltvariablen Habitatmodell Rothirsche	32
Tabelle 10: Einfluss Tourengängern auf Habitatklassen	35
Tabelle 12: Aufenthaltsorte Gämsen und Rothirsche zur Mittagszeit im Hochwinter	36
Tabelle 13: Distanzen Standorte Gämsen zu schützenden Strukturen zur Mittagszeit	36
Tabelle 14: Landschaftsanalyse	37
Tabelle 15: Habitatklassen Wildruhezonen	38

LITERATURVERZEICHNIS

- Aarts G., MacKenzie M., McConnell B., Fedak M. & Matthiopoulos J. (2008) *Estimating space-use and habitat preference from wildlife telemetry data*. *Ecography*, 31: 140-160
- Allouche O., Tsoar A. & Kadmon R. (2006) *Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa, and true skill statistic (TSS)*. *Journal of Applied Ecology*, 43: 1223-1232
- Arnold W., Ruf T., Reimoser S. T., Ondersheka K. & Schober F. (2004) *Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (Cervus elaphus)*. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 286: R174-R181
- Bögel R. (2001) *Lebensraumsprüche der Gemse in Wechselwirkung zu Waldentwicklung und Tourismus im Nationalpark Berchtesgaden untersucht mit telemetrischen Methoden*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz
- Bögel R. & Härer G. (2002) *Reactions of chamois to human disturbance in Berchtesgaden National Park*. *Pirineos*, 157: 65-80
- Baldwin R. A. (2009) *Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research*. *Entropy*, 11: 854-866
- Boldt A. & Ingold P. (2005) *Effects of air traffic, snow cover and weather on altitudinal short-term and medium-term movements of female Alpine chamois Rupicapra rupicapra in winter*. *Wildlife Biology*, 11(4):351-362
- Bundesverband der Deutschen Sportartikel-Industrie e.V. (2014) *Skischuhe überflügeln Ski*. Pressemitteilung / ISPO MUNICH 2014. München.
- Campell S. & Filli F. (2006) *Habitatwahl und Habitatnutzung weiblicher Gämsen Rupicapra rupicapra im Winter*. In: Filli F. & Suter W. *Huftierforschung im Schweizerischen Nationalpark* (S. 117-147). Zerne: Nationalpark-Forschung in der Schweiz.
- Elith J. et al. (2006) *Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data*. *Ecography*, 29: 129-151
- Etter H.-J., Zweifel B. & Dürri, L. (2011) *Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2008/09* (S. 87). Davos: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
- Freeman E. A. & Moisen G. (2008) *A comparison of the performance of threshold criteria for binary classification in terms of predicted prevalence and kappa*. *Ecological Modelling*, 217: 48-58
- Gander H. & Ingold P. (1996) *Reactions of male alpine chamois Rupicapra r. rupicapra to hikers, joggers and mountainbikers*. *Biological Conservation*, 79: 107-109
- Guillera-Arroita G., Lahoz-Monfort J., Elith J., Gordon A., Kujala H., Lentini P. E. (2015) *Is my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications*. *Global Ecology and Biogeography*, 24: 276-292
- Haller H. (2002) *Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung. Eine alpine Population von Cervus elaphus zeitlich und räumlich dokumentiert*. Zerne: Nationalpark-Forschung in der Schweiz
- Haller R. (2006) *Die räumliche Verteilung der Huftiere im Schweizerischen Nationalpark Evaluation der Aufnahme- und Analysemethoden und Vergleich mit den Bestandserhebungen*. Nationalpark-Forschung in der Schweiz, Zerne
- Hernandez P. A., Graham C. H., Master L. L. & Albert D. L. (2006) *The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods*. *Ecography*, 29: 773-785
- Hofmann R. R. (2007) *Wildtiere in Bildern zur vergleichenden Anatomie*. Hannover: Schaper
- Ingold P. (2005) *Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere*. Bern: Haupt
- Ingold P., Bächler E., Enggist-Düblin P., Fankhauser T., Gander H., Lederer B. (1997) *Tourismus / Freizeitsport und Wildtiere. Schlussbericht Projekt "Tourismus und Wild" 1994-1997*. Bern: z.Hd. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
- Ingold P., Pfister U., Baechler E. & Enggist-Deublin P. (1998) *Pattern and rhythm of activity in Alpine chamois Rupicapra rupicapra during winter*. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 63: 183-185
- Kobelt M. (2004) *Reactions of alpine chamois Rupicapra rupicapra to human voices*. Bern: Diplomarbeit Universität
- Lamprecht M., Fischer A. & Stamm H. (2015) *Sport Schweiz 2014: Factsheet Sportarten*. Magglingen: Bundesamt für Sport
-

- Landis R. J. & Koch G. G. (1977) *The measurement of observer agreement for categorical data*. Biometrics, 33: 159-174
- Liu C., White M. & Graeme N. (2013) *Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data*. Journal of Biogeography, 40: 778-789
- Manel S., Williams H. C. & Ormerod S. J. (2001) *Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence*. Journal of Applied Ecology, 38: 921-931
- McGarigal K. (2015) *Fragstats Help. Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps*. (U. o. Massachusetts, Hrsg.)
- Miller C. & Corlatti L. (2014) *Das Gamsbuch*. Melsungen: J. Neumann-Neudamm AG
- Nesti I., Posillico M. & Lovari S. (2010) *Ranging behaviour and habitat selection of Alpine chamois*. Ethology Ecology & Evolution, 22: 215-231
- Patterson I. J. (1988) *Responses of Apennine chamois to human disturbance*. Z. Säugetierkunde, 53: 245-252
- Philips S. J. & Dudik M. (2008) *Modeling of species distribution with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation*. Ecography, 31: 161-175
- Phillips S. J., Anderson R. P. & Shapire R. E. (2006) *Maximum entropy modelling of species geographic distributions*. Ecological Modelling, 190/3-4: 231-259
- Poltera, S. (2016) *Extrem-Freerider. Trendsport Freeriden, "Mit Vernunft etwas riskieren"*. (Knecht N., Interviewer; Tages-Anzeiger, Herausgeber)
- Rupf R., Wyttenbach M., Köchli D., Hediger M., Lauber S., Ochsner P. (2011) *Assessing the spatio-temporal pattern of winter sports activities to minimize disturbance in capercaillie habitats*. eco. mont. Journal on Protected Mountain Areas Research, 3:23-32
- Sato C. F., Wood J. T. & Lindenmayer D. B. (2013) *The effects of winter recreation on alpine and subalpine fauna: a systematic review and meta-analysis*. PLoS ONE, 8(5): e64282
- Schaumberger J., Schardt M., Guggenberger T., Gallaun H., Schaumberger A., Deutz A. (2006) *GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes alpiner Wildtierarten (Birkhuhn, Schneehuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung*. Teilprojekt von StartClim2005 "Klimawandel und Gesundheit"
- Schmidt K. (1993) *Winter ecology of nonmigratory alpine red deer*. Oecologia, 95: 226-233
- Schultz R. D. & Bailey J. A. (1978) *Responses of National Park elk to human activity*. The Journal of Wildlife Management, 42: 91-100
- Stockwell D. R. & Peterson T. A. (2002) *Effects of sample size on accuracy of species distribution models*. Ecological Modelling, 148: 1-13
- Taylor A. R. & Knight R. L. (2003) *Wildlife response to recreation and associated visitor perceptions*. Ecological Applications, 13(4): 951-963
- Techel F. & Pielmeier C. (2012) *Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2010/2011*. (S. 95). Davos: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
- Techel F., Pielmeier C., Darm G., Teich M. & Margreth S. (2013) *Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2011/12*. (5: 118). Davos: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
- Techel F., Zweifel B. & Marty C. (2015) *Schnee in Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologischer Bericht 2014/15*. (37: 83). Davos: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
- Thiel D., Jenni-Eiermann S., Palme R., & Jenni L. (2011) *Winter tourism increases stress hormone levels in the Capercaillie Tetrao urogallus*. IBIS The International Journal of Avian Science, 153: 12-133
- Townsend P. A., Papes M., & Muir E. (2007) *Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent*. Ecography, 30: 550-560
- Trümpy R. (2007) *Zur Geology des Münstertals (Val Müstair)*. (H. R. Sennhauser, Hrsg.) Müstair, Kloster St. Johann, Naturwissenschaftliche und technische Beiträge, 4: 11-22
- Truttmann C. (2009) *Diet composition of alpine chamois (Rupicapra rupicapra L.): Is there evidence for forage competition to the alpine ibex (Capra ibex)?* Universität Zürich: Dissertation
- Turbill C., Ruf T., Mang T., & Arnold W. (2011) *Regulation of heart rate and rumen temperature in red deer: effects of season and food intake*. The Journal of Experimental Biology, 214: 963-970
- Wisdom M. J., Ager A. A., Preisler H. K., Cimon N. J. & Johnson B. K. (2004) *Effects of Off-road Recreation on Mule Deer and Elk*. Transactions of the 69th North American Wildlife and Natural Resources Conference, (S. 531-550)

- Wisz M., Hijmans R., Li J., Peterson A., Graham C. & Guisan A. (2008) *Effects of sample size on the performance of species distribution models*. Diversity and Distributions, 14: 763-773
- Zoller H. (1964) *Flora des Schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung*. Neuchatel: Paul Attinger S.A.

ANHANG A **Loggerträger Fragebogen**

<p>1. Altersgruppe / Geschlecht</p> <p><input type="checkbox"/> < 20 <input type="checkbox"/> 20 - 24 <input type="checkbox"/> 25 - 34 <input type="checkbox"/> 35 - 44 <input type="checkbox"/> 45 - 54 <input type="checkbox"/> 55 - 64 <input type="checkbox"/> > 64</p> <p><input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich</p>	<p>6. Aufenthalt</p> <p><input type="checkbox"/> Extracurriculärer / Freizeitaufenthalt im Engpass</p> <p><input type="checkbox"/> Tagesausflug (ohne Übernachtung)</p> <p><input type="checkbox"/> Fernausflug <input type="checkbox"/> Auslandsaufenthalt</p> <p><input type="checkbox"/> Feriensport <input type="checkbox"/> VW 5-Tagen <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Psychoskitour</p> <p><input type="checkbox"/> Zweitwohnung <input type="checkbox"/> Freunde / Verwandte (ohne Wohnort)</p> <p>Ausgang/Nächte: _____</p>	<p>7. Personalien</p> <p>Name: _____ Vorname: _____</p> <p>Wohnort: _____ Matrik.Nr.: _____</p> <p>E-Mail: _____</p>	<p>8. Rückgabe</p> <p><input type="checkbox"/> nicht <input type="checkbox"/> ja</p>
<p>Mit welcher gerne über den Ausgang der Forschungsarbeit informiert werden</p> <p><input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p>			
<p>Bemerkungen: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>Datenschutzklärung</p> <p>Wir verpflichten uns die erhobenen persönlichen Daten nur für die Zwecke dieses Forschungsprojekts zu verwenden und nicht an Dritte weiterzugeben. Die Datenverarbeitung erfolgt anonymisiert.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Protok. 1/16, Projektverantwortliche</p>			

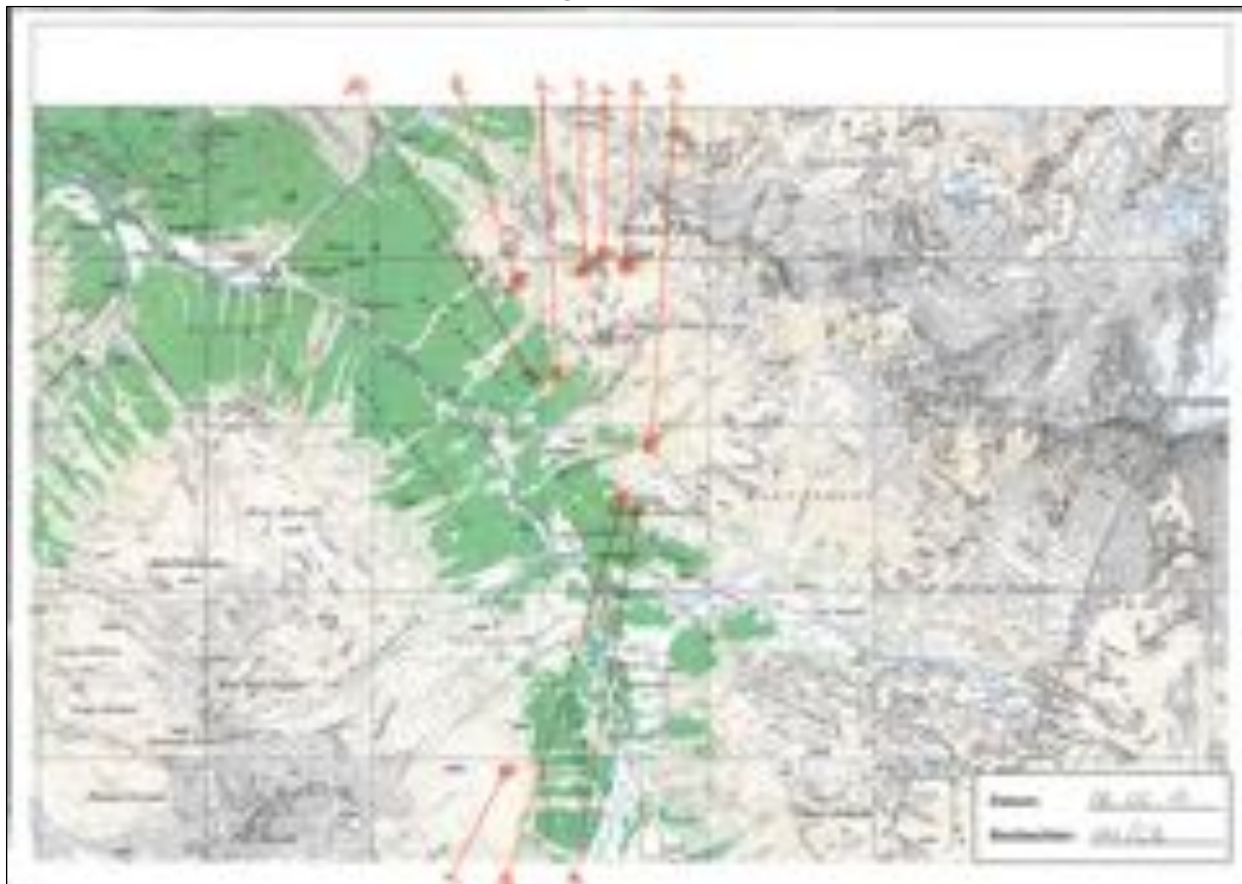


Chair for Natural Sciences


Bitte versehen...

<p>1. Ausgabe</p> <p>Ordnung: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Zeit: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Logger ID: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p><input type="checkbox"/> Only</p> <p>Beobachtungspunkt: _____</p> <p>Ort: _____</p>	<p>2. Rückgabe</p> <p>Ordnung: _____</p> <p>Ordnung: _____</p> <p>Zeit: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Persönlich <input type="checkbox"/> Digital <input type="checkbox"/> Post</p>	<p>3. Qualitätsaktivität Winter</p> <p><input type="checkbox"/> nicht <input type="checkbox"/> geführt</p> <p><input type="checkbox"/> Beobachtung <input type="checkbox"/> geführt</p> <p><input type="checkbox"/> Schneeschuhtour <input type="checkbox"/> geführt</p> <p><input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> geführt</p> <p>Trainerzeit: _____</p>	<p>4. Gruppeninformationen</p> <p>Gruppenleiter: _____ Person</p> <p>Nachname der Gruppe: <input type="checkbox"/> Ledner <input type="checkbox"/> Name Führungspersonal</p> <p>Gruppe: <input type="checkbox"/> Name <input type="checkbox"/> ID</p>
--	--	--	--

ANHANG B Wildtierbeobachtungen S-charl, Beispiel vom 6. Februar 2012



Tierbeobachtungen Gruppenzusammensetzung



Huftiere: Räumliche Verteilung

Karten - Nr.: Datum:

Bearbeiter:

Nr.	Zeit	Beob. ab Punkt	Rothirsch							TOTAL	Gämswild							TOTAL	Steinwild							TOTAL	Rehwild			TOTAL	Markierte Tiere	
			J	V	U	unk	unk	unk	unk		J	V	U	unk	unk	unk	unk		J	V	U	unk	unk	unk	unk		J	V	U			
			KH	KH	KH	KH	KH	KH	KH	GZ	GZ	GZ	GZ	GZ	GZ	GZ	GZ	GZ	S2	S4	S7-10	S11	S11	S11	S11	S11	S11	S11	K	K	K	
Seitentotal																																

Kategorien:
HoK: Hirschstier ohne Krone
GZ: Gämse über 2 Jahre
S1-3: Steinbock 1 bis 3 Jahre alt
keine Eintragung

HK: Hirschstier einschlige Krone
G alt: Gämsebock über 10 Jahre alt
S4-6: Steinbock 4 bis 6 Jahre alt

HK: Hirschstier zweiseitige Krone
Gj: Gämse Jährlingsbock oder Jährlinggeisse
S7-10: Steinbock 7 bis 10 Jahre alt

HTJ: Hirschspässer oder Schmalste 1 Jahr alt
Gj unk: Gämsejährlinge Geschlecht unbekannt
S11+: Steinbock über 11 Jahre alt

HJ: Hirschkuh über 2 Jahre alt
G unk.: Gämse unbekannt
Gj: Jährlinggeisse 1 Jahre alt

S2: Steingeweiss über 2 Jahre alt
S unk.: Steinbock unbekannt

ANHANG C **Umweltvariablen Herkunft**

Name	Beschreibung	Typ/Auflösung	Datenherrschaft
PK25_KREL_clip_SNP	Ausschnitt aus Schweizerischen Landeskarte 1:25000	Raster, 3 Band; 2.5, 2.5	swisstopo
SNP_Zoller	Vegetationskarte nach Zoller	Polygon Feature/ Shapefile	SNP
SNP_DGM_2M	Digitales Geländemodell	Raster, 1 Band; 2, 2	SNP
bk_best_v	Waldeckungsgrad ausserhalb SNP	Polygon Feature/ Shapefile	Amt f. Wald u. Naturgefahren Graubünden
habitalp_snp_vm_121213	Waldeckungsgrad innerhalb SNP	Polygon Feature/ Shapefile	SNP
AJF_Wildruhezonen	Wildruhezonen	Polygon Feature/ Shapefile	Amt f. Jagd u. Fischerei Graubünden
A_BA_STOPO	Oberflächenbedeckung	Polygon Feature/ Shapefile	swisstopo/SNP
swisstopo-_schnee_skischuhrouten	Ski- und Schneeschuhtouren	Line Feature/ Shapefile	swisstopo

ANHANG D Umweltvariablen Klassifizierungen

Umweltvariable	Klassifizierung	Bezeichnung	Bezeichnung GIS (reclassified)	
	[°]			
Hangneigung (Schaumberger et al. 2006)	0-5.0	eben	5	
	5.1-20.0	flacher Hang	20	
	20.1-30.0	mittelsteiler Hang	30	
	30.1-45.0	steiler Hang	45	
	45.1-60.0	sehr steiler Hang/Felswand	60	
	> 60.1	Felswand	99	
	[°]			
Exposition	337.51-22.50	Norden	1	
	22.51-67.50	Nord-Westen	2	
	67.51-112.50	Westen	3	
	112.51-157.50	Süd-Westen	4	
	157.51-202.50	Süden	5	
	202.51-247.50	Süd-Osten	6	
	247.51-292.50	Osten	7	
	292.51-337.50	Nord-Osten	8	
	[m.ü.M]			
Höhenstufe (Zoller 1964)	< 1600	Montane Stufe	16	
	1600 -1900	Untere Subalpine (tiefsubalpine)	19	
	1901-2200	Obere Subalpine (hochsubalpine)	22	
	2201-2500	Untere Alpine Stufe	25	
	> 2500	Obere Alpine Stufe	99	
Oberfläche	1	Fels	1	
	5	Fluss	5	
	6	Gebüsch	6	
	7	Geröll	7	
	9	Gletscher	9	
	10	See	10	
	11	Sumpf	11	
	12	Wald	12	
	13	Offener Wald	13	
		NoData= Not Defind (Weiden, Wiesen, Siedlungen)	99	
	Walddeckungsgrad	Karte SNP 0% (0)	Karte Kanton GR 6= 0% (keine Bestockung) 5= ca. 10%	6
		1-10% (1)	(Einzelbestockung)	5
		10-40% (2)	4 = ca. 40% (aufgelöst)	4
40-60% (3)		3 = ca. 60% (lückig)	3	
60-90% (4)		2 = ca. 80% (normal/locker)	2	
90-100% (5)		1 = ca. 90% (gedrängt)	1	

ANHANG E Beobachtungen Wildtiere Val S-charlGämsen (*Rupicapra rupicapra*)

Beobachtung				Geschlecht / Altersklasse					Total
Jahr	Nummer	Anzahl	Kitz	Bock >2j.	Bock alt	Jährling unbek.	Geiss >2	Jährlings Geiss	
2012	900	2		3					3
	901	2	4	1			4	1	10
	902	4	6	1		6	18		31
	903	2		1					1
	905	1		1					1
2013	907	5		4			4		8
	910	1		7					7
2014	912	1	2				4		6
	913	2	2	2		1	2		7
	914	2	4		2	2	8		16
2015	915	1	4				5		9
	916	1			1				1
	918	1		1					1
	919	5	10	2		8	21		41
	921	1	2				2		4
	922	3	1	0	2		4		7

Rothirsche (*Cervus elaphus*)

Beobachtung			Geschlecht / Altersklasse				Total
Jahr	Nummer	Anzahl	Kalb	Stier o. Krone	Schmaltier	Kuh >2j.	
2012	901	4	2	1	0	2	5
	902	6	6	6	2	8	22
	903	4	2	2	0	7	11
	904	4	5	12	0	10	27
	905	3	6	0	1	6	13
2013	906	8	3	4	1	4	12
	907	5	4	4	0	7	15
	908	7	2	4	0	8	14
	909	13	3	5	2	11	21
	910	6	3	1	3	4	11
	911	11	2	2	1	6	11
2014	912	2	2	2	0	4	8
	913	4	1	1	1	4	7
	914	4	3	2	1	6	12
2015	915	7	5	2	2	14	23
	916	2	1	1	1	3	6
	917	2	1	0	0	2	3
	918	6	5	0	1	8	14
	919	8	2	7	0	5	14
	920	4	1	7	0	4	12
	921	3	2	3	0	6	11
	922	1	0	1	0	0	1

