

Masterarbeit an der D-UWIS der ETH Zürich

**Die Verwendung von raumbezogenen Daten
als Grundlage
einer angebotsorientierten Besucherlenkung
in der UNESCO Biosphäre Entlebuch**

Elodie Keim

September 2008

**Betreut durch:
Dr. Thomas Coch**

Danksagung

Ich möchte folgenden Personen für ihre Hilfe danken, weil sie zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Thomas Coch, mein Betreuer

Dem ganzen Team des Biosphärenmanagements Entlebuch:
Theo Schnider, Annette Schmid-Hofer, Christine Felder, Rita Koch, Bruno Schmid, Maurus Stöckli,
Sandra Steffen-Odermatt

Für die Lieferung von Daten:

Der Abteilung Fischerei und Jagd von der Dienststelle Landwirtschaft und Wald des Kantons Luzern (law), insbesondere Otto Holzgang und Josef Muggli
Der Schweizerische Vogelwarte Sempach, insbesondere Hans Schmid und Pierre Mollet

Für den Arbeitsplatz und den Empfang im Team:

Der Abteilung Geoinformation und Vermessung von der Dienststelle Raumentwicklung, Wirtschaftsförderung und Geoinformation des Kantons Luzern (rawi), insbesondere Daniel Peter und Gabriela Werren für die Hilfe

Für die aufgewendete Zeit und Erfahrungen zum Gebiet Schrattenfluh:

Der Familie Schnider: Anita, Pius und ihre Söhne
Christian Rogenmoser
Bruno Fläcklin

Ignaz und seiner Frau für den netten Empfang im Internat des Landwirtschaftlichen und Beratungszentrums (LBBZ) Schüpflheim und für die Wanderschuhausleihe!

Den Korrektoren und Korrektorinnen:

Léa, Nathalie, Tamara, Karin, Marc, Leonor und Simone.

Zusammenfassung

Der „Wilde Westen von Luzern“ lautet der Werbespruch der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Und in der Tat sind im ersten Biosphärenreservat der Schweiz wunderschöne und naturnahe Moorlandschaften und ausgeprägte Karstlandschaften anzutreffen, die eine vielfältige und zum Teil seltene Fauna und Flora beherbergen. Diese Naturgüter sind jedoch störungsempfindlich und können unter einem zu starken touristischen Druck leiden. Insbesondere reagieren die Tiere empfindlich auf Störungen von Menschen, was je nach Tierart und Typ der Störung (Ort, Frequenz, Zeitpunkt, usw.) zu unterschiedlichen negativen Effekten führen kann. Lösungsansätze müssen deshalb erarbeitet werden, damit die Schutzbedürfnisse der Natur und die Erwartungen der Gäste gleichzeitig erfüllt werden können. Eine sorgfältig geplante Besucherlenkung, die dank attraktiver naturverträglicher Angebote die Gäste aus den sensiblen Zonen lenkt, kann die Störeinflüsse minimieren. Aus diesem Grund wurde eine regionale Arbeitsgruppe, die sich mit der Thematik Besucherlenkung und Wildruhezonen beschäftigt, gegründet. Um den Entscheidungsprozess der Arbeitsgruppe zu unterstützen, ist eine wissenschaftliche Grundlage, welche die sensibelsten und attraktiven Zonen festlegt, von grossem Nutzen.

Um diese Zonen zu identifizieren, stehen zahlreiche Grundlagedaten zur Verfügung, die inhaltlich und formal sehr unterschiedlich sind. Es wurde nach einer geeigneten Methode für die Verwendung dieser raumbezogenen Daten innerhalb eines Geographischen Informationssystems gesucht. Zu Beginn wurde eine Bewertung der flächendeckenden Störungsempfindlichkeit des Untersuchungsgebietes ausgeführt (negative Zonen). Folglich wurde das Störpotential des Tourismus mit Hilfe der Wirkungszone und dem Ausmass der Störung der verschiedenen, im Gebiet ausgeübten, Freizeitaktivitäten abgeschätzt. Aus der Vereinigung der Störungsempfindlichkeit mit dem Störpotential resultiert eine Berechnung für das Konfliktpotential zwischen dem Tourismus und den Tieren. Mit den gleichen Grundlagedaten wurden die Zonen, in denen erhöhte Beobachtungsmöglichkeiten oder ein grosses Erlebnispotential bestehen, bestimmt (positive Zonen).

Die Resultate dieser Bewertungen sind als A3-Karten erhältlich. Zwei Karten zur Störungsempfindlichkeit stellen die sensiblen Gebiete für den Winter und für das Gesamtjahr dar. Die Wälder, in den die empfindlichen Raufusshühner vorkommen, sind hauptsächlich in den Vordergrund gestellt. Zwei Karten zum Konfliktpotential stellen die problematischen Zonen, wo Massnahmen zur Reduzierung der Störungen erforderlich sind, für den Winter und für den Sommer dar. Es kam heraus, dass die von Skitourenfahren benutzten Abstiegszonen die stärksten Konflikte im Gebiet verursachen. Abschliessend wurde eine zusammenfassende Karte für den Sommer erstellt, auf der klar ersichtlich ist, ob die Wanderwegstrecken für die Besucherlenkung geeignet sind (wenig sensibel und attraktiv) oder eher vermieden werden sollen (sensibel oder nicht attraktiv). Es existiert kein perfekter Rundgang, aber es bestehen zahlreiche Möglichkeiten, die Besucher auf gewisse erlebnisvolle Wege zu lenken, die so wenig Konflikte wie möglich verursachen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
1 Einleitung	1
2 Freizeitaktivitäten und Wildtiere	3
3 UNESCO Biosphäre Entlebuch	6
3.1 Die Biosphäre.....	6
3.2 Das Untersuchungsgebiet.....	9
3.2.1 Lage der Schrattenfluh.....	9
3.2.2 Auswahl und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes.....	10
3.2.3 Anthropogene Nutzungen.....	12
4 Material	13
4.1 Fauna.....	13
4.1.1 Vorhandene Grundlagendaten.....	13
4.1.2 Datenerfassung.....	15
4.2 Flora.....	15
4.3 Tourismus.....	15
5 Methode	17
5.1 Für die Analyse ausgewählte Daten.....	17
5.2 Vorbereitung der Datenbasis.....	18
5.2.1 Digitalisierung und Georeferenzierung.....	18
5.2.2 Importierung.....	19
5.2.3 Kontrolle.....	19
5.2.4 Konvertierung Vektor zu Raster.....	19
5.2.5 Standardisierung.....	20
5.3 Analyse.....	20
5.3.1 Störungsempfindlichkeit.....	20
5.3.2 Fluchtdistanz.....	23
5.3.3 Konfliktpotential.....	24
5.3.4 Erlebnispotential.....	26
6 Ergebnisse und Diskussion	28
6.1 Störungsempfindlichkeit.....	28
6.1.1 Klassifizierung.....	29
6.2 Wirkungszone des Tourismus.....	32
6.3 Konfliktpotential.....	33
6.3.1 Konfliktpotential im Sommer.....	33
6.3.2 Konfliktpotential im Winter.....	35
6.3.3 Kritik.....	37
6.4 Erlebnispotential.....	38
7 Schlussfolgerungen	41
Literaturverzeichnis	43
Abkürzungsverzeichnis	46
Anhang	I
Anhang 1: UNESCO Biosphären Entlebuch – Zonierung und Untersuchungsgebiet	I

Anhang 2: Schrattenfluh – Abgrenzung des Untersuchungsgebietes.....	II
Anhang 3: Bundesinventare – Landschaften und eidg. Jagdbanngebiet	III
Anhang 4: Bundesinventare – Moore von nationaler Bedeutung und Trockenstandorte.....	IV
Anhang 5: Anthropogene Nutzungen – Landwirtschaft und Militär.....	V
Anhang 6: Anthropogene Nutzungen – Sommertourismus.....	VI
Anhang 7: Anthropogene Nutzungen – Wintertourismus.....	VII
Anhang 8: Werttabellen der Raster „Störungsempfindlichkeit“ S2-S6.....	VIII
Anhang 9: Störungsempfindlichkeit, klassifiziert per Quantil – Ganzjahr (S2).....	XI
Anhang 10: Störungsempfindlichkeit, klassifiziert per Quantil – Winter (S5).....	XII
Anhang 11: Wirkungszonen – Wirkungszonen des Sommertourismus.....	XIII
Anhang 12: Wirkungszonen – Wirkungszonen des Wintertourismus.....	XIV
Anhang 13: Konfliktpotential – Sommer.....	XV
Anhang 14: Konfliktpotential – Winter	XVI
Anhang 15: Sommerwanderwege – Störungsanfälligkeit und Erlebnispotential.....	XVII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „Beziehungen zwischen Freizeitaktivitäten, den unmittelbaren Reaktionen (Aufmerken, Flüchten, Änderung der Herzschlagrate etc.) und den Auswirkungen beim Individuum (grosser Kasten), der Population einer Art und der Lebensgemeinschaft (...)“ (Ingold 2005, Abb. 227 S.323).....	3
Abbildung 2: Vorstellung der UBE.....	6
Abbildung 3: Organisation der UBE (UBE 2007).....	8
Abbildung 4: Eine Werbung für die UBE, der „Wilde Westen von Luzern“.....	9
Abbildung 5: Abgrenzung des Untersuchungsgebietes.....	10
Abbildung 6: Reales und potentielles Brutgebiet des Steinadlers.....	19
Abbildung 7: ArcTool Mosaic.....	25
Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Anzahl Zellen in Bezug zu ihren Störungsempfindlichkeitswerten und gewichtete Mittelwerte für die sechs Raster Störungsempfindlichkeit S1 bis S6.	29
Abbildung 9: Die fünf ausgewählten Klassen für die Störungsempfindlichkeit.....	29
Abbildung 10: Gemeinsame Darstellung der sechs erhaltenen Karten für die Störungsempfindlichkeit.....	31
Abbildung 11: Ausschnitte der Raster S4 und S5 mit Luftbild als Kartengrundlage.....	32
Abbildung 12: Wirkungszonen des Sommer- und Wintertourismus.....	33
Abbildung 13: Karte für das Konfliktpotential im Sommer.....	34
Abbildung 14: Karte für das Konfliktpotential im Winter.....	36
Abbildung 15: Zusammenfassende Karte für das Erlebnispotential der Sommerwanderwege und die Störungsanfälligkeit der durchgeführten Zonen.....	39
Abbildung 16: Guter Punkt für die Beobachtung von Murmeltieren.....	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einige Biotoptypen des Untersuchungsgebietes, deren gesamte Fläche und Flächenanteil des Untersuchungsgebietes.....	11
Tabelle 2: Vorhandene Daten zur Fauna im Gebiet Schratzenfluh und ihre Hauptmerkmale.....	14
Tabelle 3: Für die Analyse der Biotoptypen benutzten Datensätze.....	15
Tabelle 4: Störungsempfindlichkeit der ausgewählten Tierarten.....	21
Tabelle 5: Gewichtung der Daten für Huftiere gemäss vier Faktoren.....	22
Tabelle 6: Verfahren für die Analyse der Störungsempfindlichkeit.....	22
Tabelle 7: In der Literatur gefundenen Angaben zur Fluchtdistanzen.....	23
Tabelle 8: Distanzen, die als Pufferzone um Freizeitinfrastrukturen verwendet werden.....	24
Tabelle 9: Bewertung der Intensität von Tourismusaktivitäten als Störquelle.....	24
Tabelle 10: Matrix zur Berechnung vom Konfliktpotential.....	26
Tabelle 11: Bewertung der Wanderwege.....	27
Tabelle 12: Wertetabelle des Rasters S1.....	28

1 Einleitung

Welcher Wanderer hat nie gehofft, eine Gämse zu erblicken, eine Murmeltierfamilie zu beobachten oder ein Hirschkalb anzutreffen? Welcher Skitourenfahrer hat nie davon geträumt, eine Abfahrt im spurlosen Pulverschnee zu geniessen? Welcher Naturliebhaber hat nie versucht, den Horst eines Steinadlers zu finden, oder eine seltene Pflanzenart zu fotografieren?

Keiner. Der Mensch hat hohe Erwartungen, wenn es um seine Freizeitaktivitäten geht. In der Natur sucht er nach der Schönheit der Landschaften, nach Landluft oder nach Ruhe und das Erlebnis einer wilden und unberührten Natur erhöht den Wert der ausgeübten Sports- oder Erholungsaktivität. Diese Aktivitäten finden im Lebensraum der Tiere statt, und ihre zunehmende Entwicklung in den letzten dreissig Jahren ist nicht ohne Folge für die betroffenen Arten geblieben (Ingold 2005). Konflikte zwischen Tier und Mensch können entstehen und vielfältige Wirkungen auf die Ökosysteme haben. Sie gehen von direkten Veränderungen des normalen Verhaltens der Tierindividuen bis zur indirekten Gefährdung einer Population (Frid & Dill 2002). Management Lösungen müssen deshalb gefunden werden, um die negativen Einflüsse des zunehmenden menschlichen Betriebs einzuschränken.

Die UNESCO Biosphäre Entlebuch (UBE) im Kanton Luzern bildet da keine Ausnahme. Diese Gegend der Schweizer Voralpen ist von grossen Moorlandschaften geprägt. Auf ihrer Fläche befindet sich nicht nur eine Naturwelt von nationaler Bedeutung, sondern sie ist auch Zentrum lebhafter Menschenaktivitäten. Der Tourismus ist eine wichtige Einkommensquelle und das Angebot an Freizeitaktivitäten ist gross. Von geführten Exkursionen bis zu thematischen Wegen und von ruhigen Schneeschuhtrails bis zu richtigen Wintersportanlagen findet man hier alles, was das Menschenherz begehrt. Biosphärenreservate sind gemäss UNESCO (2002) „*Spaces for reconciling people and nature*“. Deshalb ist die UBE eine ideale Stelle um Tourismus und Naturschutz zu vereinigen. Die Schwierigkeit liegt jedoch darin, neue Lösungen zu finden, welche zum einen die Menschen der Natur näher bringen und zum anderen gleichzeitig gesunde Ökosystemen erhalten.

Mit diesem Ziel und angesichts der erwünschten Weiterentwicklung des touristischen Angebots der UBE, wird ein Konzept für eine angebotsorientierte Besucherlenkung erarbeitet, die die Koexistenz von Naturschutz und Tourismus ermöglichen soll. Statt Verbot und Gebot sollen attraktive Angebote die Besucher auf die naturschonenden Wege lenken. Das BLN-Gebiet Schrattenfluh wurde dafür als Pilotprojekt ausgewählt und eine Arbeitsgruppe wurde gegründet, die sich mit der Thematik beschäftigt. Dieses Verfahren steht in Einklang mit dem partizipativen Entscheidungsprozess der UBE. Auf diese Weise sind die verschiedenen Interessengruppen Akteuren der getroffenen Entscheidungen. Die Massnahmen, die im Rahmen der zukünftigen Besucherlenkung getroffen werden, sollen dadurch eine erhöhte Akzeptanz in der Bevölkerung finden (UBE 2007).

Das Hauptziel der vorliegenden Masterarbeit liegt in der Identifizierung von für die Natur sensiblen Zonen und Zonen welche für die Besucher attraktiv scheinen. Die Grundlagedaten wurden von der Kantonalen Jagdverwaltung, der Vogelwarte Sempach und drei Gebietskenner zur Verfügung gestellt. Zur Auswertung dieser Daten wird eine Methode für die Verarbeitung dieser inhaltlich und formal sehr unterschiedlichen Daten benötigt. Mit der Hilfe von einem Geographischen Informationssystem (GIS) soll diese Methode erlauben, diese Daten auf einer Karte zu synthetisieren, um die flächendeckende Empfindlichkeit der Natur zu eruieren und Zonen mit hohem Erlebnispotential auszuscheiden. Diese Synthese-Karte wird der erwähnten Arbeitsgruppe als wissenschaftliche Grundlage für die Diskussion dienen.

Die Fragen, die diese Arbeit beantworten soll sind zweistufig aufgebaut. Zuerst stellt sich die Frage nach den Grundlagedaten selbst. Welche Daten sind vorhanden? Und vor allem: Was stellen sie dar und wie werden sie dargestellt? Erst nach der Beantwortung dieser Fragen kann die Nützlichkeit und der gezielter Einsatz der Daten korrekt beurteilt, und die zentralen Fragen

beantwortet werden, die zum Hauptziel führen: Wo befinden sich die besonders störungsempfindlichen Zonen? Wodurch werden diese Zonen negativ beeinflusst? Welche Zonen können einer angebotsorientierten Besucherlenkung dienen?

Die Arbeit fängt mit einer Einleitung in der Thematik der Freizeitaktivitäten in freier Natur an. Dieses Kapitel erklärt die für eine gute Einsicht der Problematik wichtigen Begriffe Störung und Konflikt. Wie die Tiere durch Menschen gestört werden können und was die möglichen Folgerungen solcher Störungen sein können, sind die Punkte, die dargelegt werden.

Im Kapitel 3 erfolgt zuerst die Vorstellung der ganzen UBE als Biosphärenreservat mit ihren Zielen und ihrer Organisation. Dann wird die Lage des Untersuchungsgebietes Schratzenfluh beschrieben. Die Gründe, weshalb dieses Gebiet ausgewählt wurde, sowie ihre Bedeutung für die Natur und die Menschen werden erläutert.

Das Material wird im Kapitel 4 vorgestellt. Die Grundlegendaten werden in drei getrennten Themen behandelt: Fauna, Flora und Tourismus.

Die Entwicklung einer Methodik für die Verwendung der Grundlegendaten wird im Kapitel 5 angeschnitten. Zuerst wird eine Auswahl aus den Daten getroffen, da nicht alle verwendet werden konnten, und dann wird erläutert, was mit diesen Daten dargestellt wird. Diese Grundlegendaten, die zur Analyse der positiven und negativen Zonen am besten geeignet scheinen, werden danach für die GIS-Analyse vorbereitet. Diese Analyse erfolgt in vier Schritten. Der erste Schritt berechnet die Störungsempfindlichkeit in jedem Hektar des Untersuchungsgebietes. Der zweite charakterisiert die Wirkungszone des Tourismus. Das Potential für Konflikte zwischen Tourismus und Tieren wird mit Hilfe der zwei Karten Störungsempfindlichkeit und Wirkungszone des Tourismus eingeschätzt. In einem letzten Schritt wird eine Synthesen-Karte erstellt, die das Erlebnispotential und die Störungsanfälligkeit gemeinsam darstellt.

Die Resultate und die Diskussion finden beide ihre Stelle im Kapitel 6. Die Resultate sind als Karten dargestellt. Da die Diskussion sich eng auf diese Karten stützt, werden sie im Sinne einer erleichterten Lesbarkeit nacheinander präsentiert.

Schlussendlich sind die Schlussfolgerungen im Kapitel 7 zu finden.

2 Freizeitaktivitäten und Wildtiere

Störung und Konflikt

Pickett & White (1985) geben diese Definition für den Begriff Störung: „A disturbance is any relatively discrete event in time that disrupts ecosystem, community, or population structure and changes resources, substrate availability, or the physical environment.“. Störungen sind eine normale Umweltkomponente, mit der Wildtiere täglich auskommen müssen. Die Aktivitäten der Menschen, Land- und Forstwirtschaft, Jagd, Freizeitaktivitäten, usw. gehören auch dazu, weil sie die Gemeinschaften ändern können. Es gibt kaum mehr ein Ökosystem, das gar nicht durch Menschen verändert wurde. Für diese Arbeit sind die Freizeitaktivitäten von Interesse. Diese haben sich in den letzten dreissig Jahren stark entwickelt. Nicht nur herkömmliche Aktivitäten, wie Wanderungen und Skitouren, werden von einem zunehmenden Teil der Population ausgeübt, sondern noch neue Trendsportarten, wie Schneeschuhlaufen, Snowboarding oder Mountainbiking sind populär geworden und werden in immer weiter entfernten Gebieten ausgeübt (Ingold 2005).

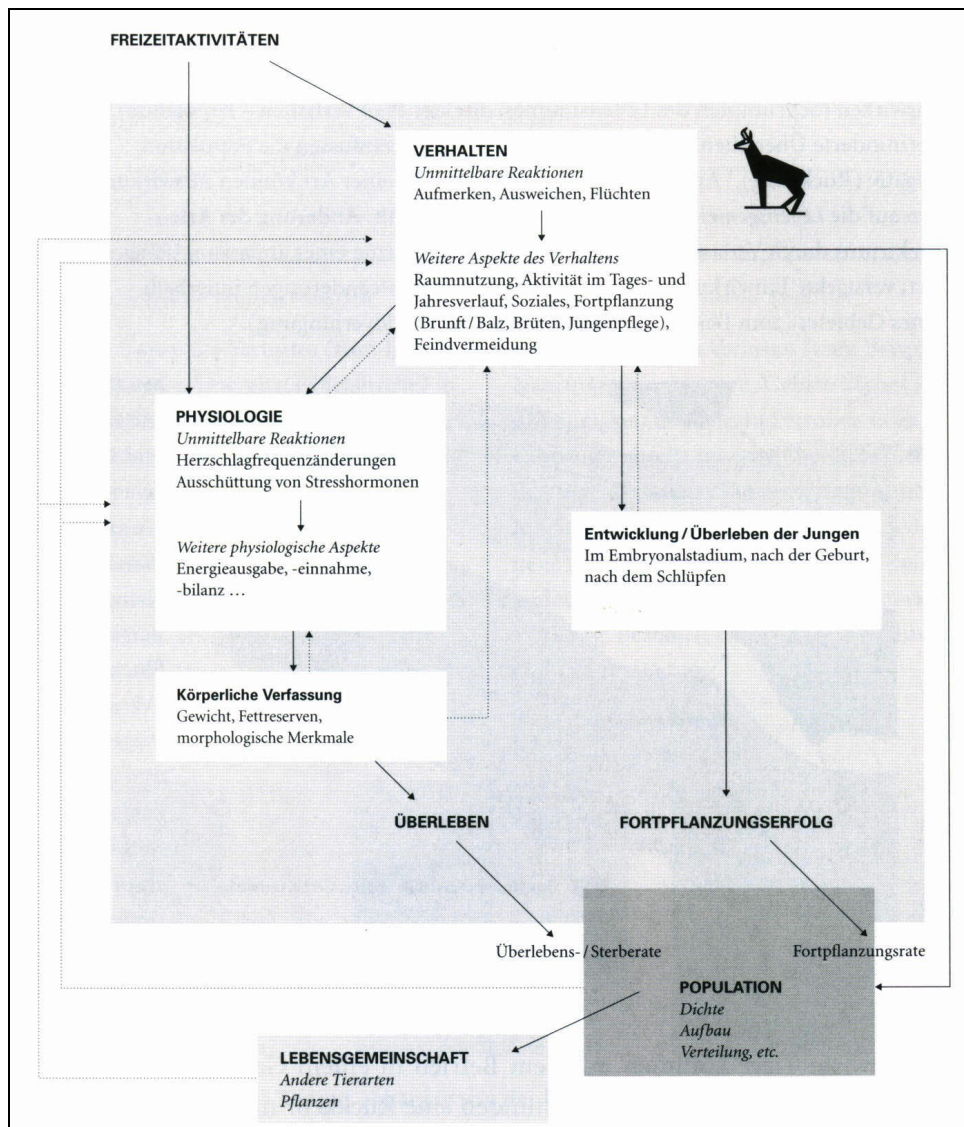


Abbildung 1: „Beziehungen zwischen Freizeitaktivitäten, den unmittelbaren Reaktionen (Aufmerken, Flüchten, Änderung der Herzschlagrate etc.) und den Auswirkungen beim Individuum (grosser Kasten), der Population einer Art und der Lebensgemeinschaft (...)“ (Ingold 2005, Abb. 227 S.323)

Die Auswirkungen dieser Anwesenheit der Menschen in der Natur auf die Tiere sind vielfältig. Auf der Abbildung 1 (aus Ingold 2005) sind diese Beziehungen klar dargestellt. Die Freizeitaktivitäten haben direkte Einflüsse auf das Verhalten und die Physiologie des Tierindividuums. Diese unmittelbaren Reaktionen können indirekte Einflüsse auf die Entwicklung der Jungen oder die körperliche Verfassung der Tiere haben, und deshalb können die Überlebenschancen und der Fortpflanzungserfolg vermindert werden. Es ergeben sich potentielle Auswirkungen auf die Population und demzufolge Einflüsse auf die Lebensgemeinschaft.

Aber nicht jede Begegnung zwischen Mensch und Tier hat schlimme Folgen. Die Tiere können einzelne Störungsereignisse ertragen, so lange diese nicht zu oft oder nicht an heiklen Orten und Zeiten auftauchen. Um die tatsächlichen Konflikte wahrzunehmen und die negativen Wirkungen, die Menschen auf Wildtiere haben, zu evaluieren und quantifizieren, existieren etliche Methoden, wie zum Beispiel die Bemessung der Fluchtdistanz, des Fortpflanzungserfolgs oder der Herzschlagfrequenzänderungen. Die ideale Methode würde die An- oder Abwesenheit der Tiere oder die ökologische Tragfähigkeit deren Populationen vorhersagen (Tarlow & Blumstein 2007).

Zwei Beispiele werden helfen, sich eine konkrete Vorstellung der möglichen Konflikte, welche entstehen können, zu schaffen. Arlettaz *et al.* (2007) haben die physiologischen Effekte der Trendsportarten Freeriden auf das Birkhuhn mit Hilfe der Stresshormone Corticosteron untersucht und herausgefunden, dass diese eine zusätzliche Stressquelle für die Wildtiere sind. Diese Tierart schützt sich vor der Kälte des Winters in selbst gegrabenen Schneehöhlen. Falls das Birkhuhn gestört wird, flüchtet es und muss einen neuen Graben machen. Es verliert dadurch viel Energie (Flucht, Thermoregulierung, Graben), welche im Winter sehr kostbar ist. Ein solcher Energieverlust kann gleichermassen alle Wildtiere im Winter benachteiligen.

Ein zweites Beispiel ist der Einfluss von Störungen auf die Huftiere, deren Raumnutzung geändert werden kann, und demzufolge das Verteilungsmuster des Verbisses ebenfalls (siehe z.B. Döring 1990). Wenn diese Tiere sich in den ruhigen Zonen konzentrieren, kann es zu möglichen Schäden der Vegetation führen. Es kann auch sein, dass Konkurrenz mit anderen Waldtieren wegen einem zu starken Verbiss von wichtigen Äsungspflanzen entsteht, zum Beispiel mit dem Haselhuhn (Blattner & Perrenoud 2001).

Einflussbedingungen

Nicht nur die Auswirkungen der Störungen auf die Tieren sind komplex, sondern auch die Bedingungen, die deren Reaktionen beeinflussen. Diese Bedingungen hängen von der Aktivität, dem Tier und der Umgebung ab (Ingold 2005). Knight & Cole (1995) geben sechs Eigenschaften der Freizeitaktivitäten, welche die Reaktion der Wildtiere beeinflussen:

- Die Art der Aktivität: z.B. eine flächenhafte ist schlimmer als linienhafte oder punktuelle Aktivität (Weber & Schnidrig-Petrig 1997)
- Das Verhalten der Besucher: z.B. laute sind schlimmer als leise Stimmen, ein Mensch mit Hund ist schlimmer als ohne Hund (Ingold 2005).
- Die Vorhersagbarkeit der Störung
- Die Frequenz und das Ausmass der Störung
- Der Zeitpunkt: z.B. Aktivitäten in der Dämmerung (früh und spät) sind schlimmer als während der Tageszeit (Volk *et al.* 1995).
- Die Position zu den Tieren

Die Situation, in welcher die Tiere sind wenn das Störungsereignis geschieht, ist ebenfalls wichtig. Die Jahreszeit hat eine besondere Bedeutung. Wie schon erwähnt ist der Winter eine heikle Saison, während der die Tiere Energie sparen müssen. Während der Brutzeit sind Muttertiere mit Jungen besonders empfindlich. Der Standort eines Tieres wird seine Reaktion beeinflussen. Befindet es sich in offenem Gelände nimmt es Störungen von weiter entfernt als im Wald wahr. Die Rückzugsmöglichkeiten und der Abstand zum Rückzugsort spielen ebenfalls eine Rolle (Ingold 2005). Knight & Temple (1995) geben Hinweise zu vier Massnahmenklassen, welche die obig erwähnten Einflüsse vermindern könnten:

- Räumliche Massnahmen: Einschränkungen der Aktivitäten mit Hilfe von Pufferzonen rund

um kritischen Zonen herum (Standorte für Nahrungsaufnahme, Jungsaufzucht, Deckung, usw.).

- Zeitliche Massnahmen: Einschränkungen der Freizeitaktivitäten während den kritischsten Perioden (Winter, Brutzeit)
- Veränderung des Verhaltens der Menschen
- Visuelle Massnahmen: Erstellung von Sichthindernissen, um die Reaktion der Tiere zu vermindern.

Diese Listen sind wegen der Themabreite nicht vollständig, aber schaffen die notwendige Einsicht in die Problematik, die der Entwicklung der Methode dienen wird.

3 UNESCO Biosphäre Entlebuch

3.1 Die Biosphäre

Die Abbildung 2 zeigt die gesamte UBE, mit ihren Gemeinden und ihrer Zonierung. Sie befindet sich im Süden des Kantons Luzern, zwischen den Kantonen Bern und Obwalden. Ihre Landschaften sind typisch für die Voralpen. Acht Gemeinden bilden zusammen die UBE und zwar Doppelschwand, Romoos, Entlebuch, Hasle, Schüpfheim, Flüfli-Sörenberg, Escholzmatt und Marbach. Ihre Gesamtfläche umfasst 394 km², von denen 50 Prozent aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Alpgebieten, und 43 Prozent aus Wald bestehen. Industriebetriebe Dörfer und touristische Infrastrukturen machen nur 2 Prozent der Fläche aus. Ein Viertel der Fläche der UBE ist von 4 Moorlandschaften von nationaler Bedeutung bedeckt. Sie umfasst 44 Hochmoore sowie 61 Flachmoore. Die Kern- und Pufferzone gewährleisten den Schutz dieser wertvollen Ökosysteme, sowie der Karstlandschaft. (UBE 2007)

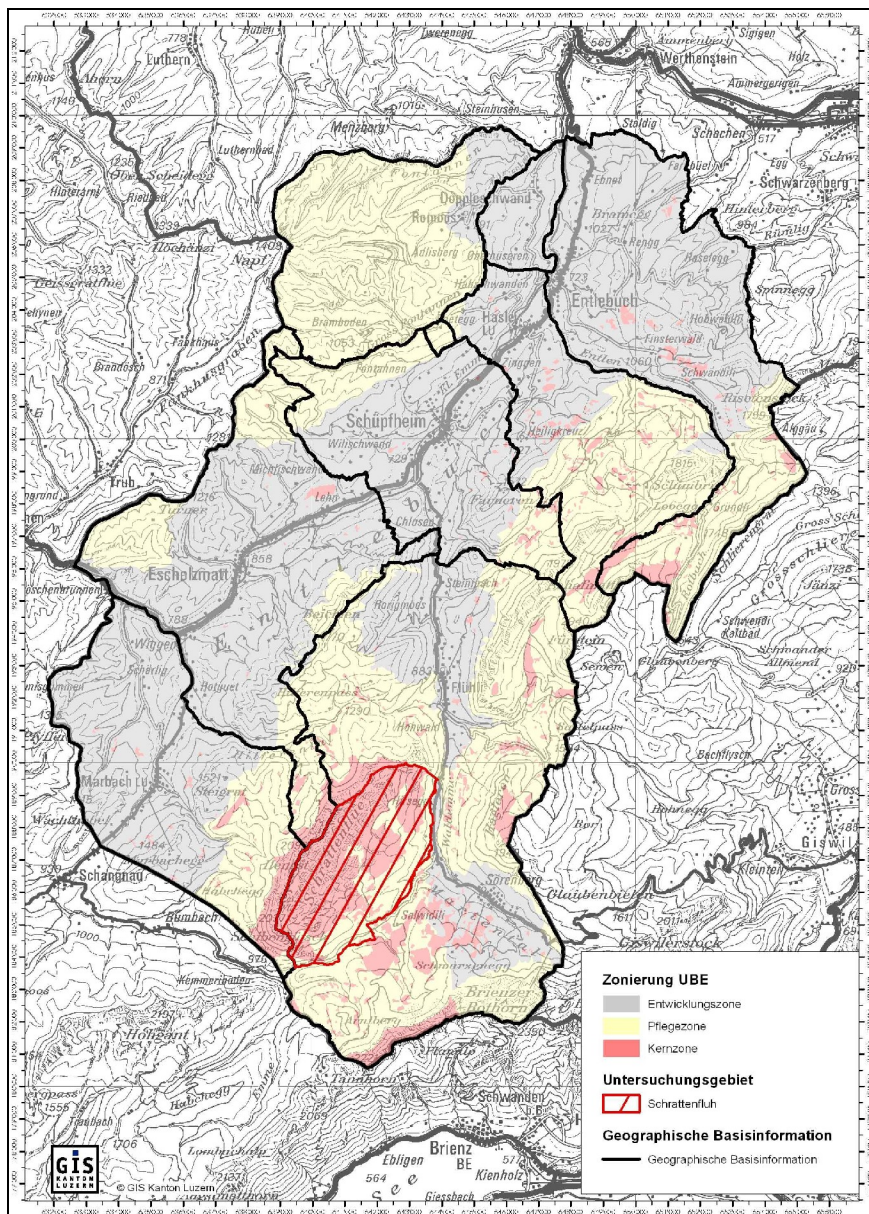


Abbildung 2: Vorstellung der UBE: die acht Gemeinden, die Zonierung und ein erster Blick auf das Untersuchungsgebiet

In September 2001 wurde das Entlebuch von der UNESCO als erstes Biosphärenreservat der Schweiz gemäss der Sevilla-Strategie des Programms Mensch und Biosphäre („MAB-Program“) anerkannt. Seit her gehört es zum Netzwerk der etwa 530 Biosphärenreservate der Welt, die sich in 105 verschiedenen Ländern befinden. Einige berühmte Beispiele sind: die Serengeti-Ngorongoro (Vereinigte Republik Tansania), die Gobi (Mongolei), die Sierra Nevada (Spanien) oder der Yellowstone Nationalpark (USA). Diese Gegenden führen Neuerungen ein und zeigen Vorgehen auf für die Umwelterhaltung und die nachhaltige Entwicklung. Sie sollten Modellregionen, oder Versuchslabore, für eine faire Vereinigung der Aktivitäten der Menschen und der Bedürfnisse des Naturschutzes stehen. (UNESCO 2008)

Die Biosphärenreservate sollten drei Zonen enthalten, die Kernzone, die Pufferzone und die Entwicklungszone. Diese können aus einem oder mehreren Stücken bestehen.

- Die Kernzonen sind geschützte Gebiete, die der Erhaltung der biologischen Vielfalt dienen. Deren Nutzungen sollten minimale Auswirkungen auf die Ökosysteme haben und sind zum Beispiel: Forschung, Bildungsmassnahmen oder Beobachtung unberührter Ökosysteme.
- Eine Pufferzone umgibt oder grenzt an die Kernzone. Sie wird nur extensiv und umweltfreundlich genutzt, zum Beispiel für Erholung, angewandte Forschung oder Umweltbildung.
- In der Entwicklungs- oder Übergangszone befinden sich die Flächen für andere Nutzungen, sei es z.B. Landwirtschaft, Siedlungen oder Industrie. In dieser Zone arbeiten alle Akteure der Gesellschaft zusammen. Sie haben als Ziel, die Ressourcen des Biosphärenreservates zu bewirtschaften und sie nachhaltig zu entwickeln.

(UNESCO 1996)

Zahlreiche Arbeitsschritte führten zu der Anerkennung bei der UNESCO der voralpinen Moor- und Karstlandschaft des Entlebuch. 1987 wurde die Volksinitiative Rothenthurm für den Schutz der Moore angenommen. Ab diesem Zeitpunkt bis 1996 erfolgten die Umsetzung des Moorschutzes und die Erarbeitung eines Richtplanes für die Moorlandschaften. 1997 fanden die ersten Abklärungen bezüglich der Einrichtung eines Biosphärenreservates statt. Das RegioPlus Projekt unterstützte und entwickelte zwischen 1998 und 2001 das Konzept des Biosphärenreservates, die Zonierung, die Forschungsstrategie, usw. Die Gemeindeversammlungen stimmten mit 94% der Schaffung eines UNESCO Biosphärenreservates zu (UBE 2007). Dies war ein essentieller Schritt, ein Jahr vor der offiziellen Anerkennung. 2008 hat zusätzlich die UBE das Label „Regionaler Naturpark“ von dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) erhalten.

Die Ziele der UNESCO Biosphäre Entlebuch sind vielfältig und beziehen sich auf drei sich ergänzende Funktionen, die von der UNESCO (1996) gegebenen sind: Schutzfunktion, Entwicklungsfunktion, logistische Funktion. Hier werden nur die Ziele erwähnt, welche für die Arbeit wichtig sind. Sie sind ein Auszug aus der vollständigen Liste, die auf der Website der UBE gefunden werden kann:

Das Biosphärenreservat fördert (Schutzfunktion)

- die Erhaltung der Entlebucher Landschaft als Lebens-, Wirtschafts- und Erholungsraum für kommende Generationen;
- die Erhaltung und Pflege schützenswerter Lebensräume wie Hoch- und Flachmoore, Schluchtwälder, Auen, Wasserläufe, Karstgebiete und naturnahe Wälder, insbesondere der Schutzgebiete von regionaler und nationaler Bedeutung;

Das Biosphärenreservat unterstützt (Entwicklungsfunktion)

- eine nachhaltige Entwicklung in der Region Entlebuch sowie die schonende Nutzung natürlicher Ressourcen;
- den Einbezug der Bevölkerung in die Gestaltung des Biosphärenreservats Entlebuch;
- den Aufbau von Kooperationen zwischen verschiedenen Branchen;
- einen regionaltypischen, qualitativ hochstehenden und ganzjährigen

Tourismus. In diesem Sinne wird auch eine Modernisierung der touristischen Infrastruktur (z. B. künstliche Beschneigung, Neubauten, Erschliessung) möglich sein;

Das Regionalmanagement (logistische Funktion)

- sensibilisiert die Entlebucher Bevölkerung für die laufenden Entwicklungen inner- und ausserhalb des Biosphärenreservats;
- gestaltet das Biosphärenreservat gemeinsam mit den Entlebucherinnen und Entlebuchern
- macht Besucherinnen und Besucher aus dem In- und Ausland auf die Schönheiten der Kulturlandschaft in den Voralpen, insbesondere des Entleuchs, aufmerksam;
- koordiniert die Forschung im UBE und betreibt ein Biosphären-GIS;
- trägt die Verantwortung der Modellregion Entlebuch im Zusammenhang mit den Zielsetzungen des Biosphärenreservats;
- startet, begleitet und koordiniert Projekte;
- pflegt eine sachliche Auseinandersetzung, Lösungssuche und Diskussion mit den Betroffenen bei Fragen zum Biosphärenreservat Entlebuch, der Regionalentwicklung sowie bei Zielkonflikten.

http://www.biosphaere.ch/pages/frame/fb2_2.html (Stand Grobkonzept Januar 2002)

Der Leitsatz der UBE lautet: „Nutze die Natur ohne ihr zu schaden“. Um diesen umzusetzen, wird eng mit der Bevölkerung zusammengearbeitet; Diskussionen finden statt, um nach Massnahmen, Strategien und Lösungen zu suchen.

Um ihre Ziele zu erfüllen, stützt sich die Organisation der UBE auf ein Kooperationsmodell, welches in Abbildung 3 dargestellt ist. Der Vorstand leitet die strategische Führung des UBEs. Dessen Mitglieder wurden bei der Delegiertenversammlung des Gemeindeverbandes ausgewählt. Ein professionelles Biosphärenmanagement befasst sich mit der operativen Tätigkeiten in enger Zusammenarbeit mit allen anderen Interessengruppen. Die 17'000 Bewohner der acht Gemeinden sind so im partizipativen Prozess einbezogen: sie haben die Möglichkeit durch die Delegiertenversammlung, den Verein UBE oder die sektorspezifischen Foren und Arbeitsgruppen mitzuwirken. Damit steigert ihre Identifikation mit der UBE und auf eine nachhaltige Weise gestalten sie selber ihre Lebensqualität.

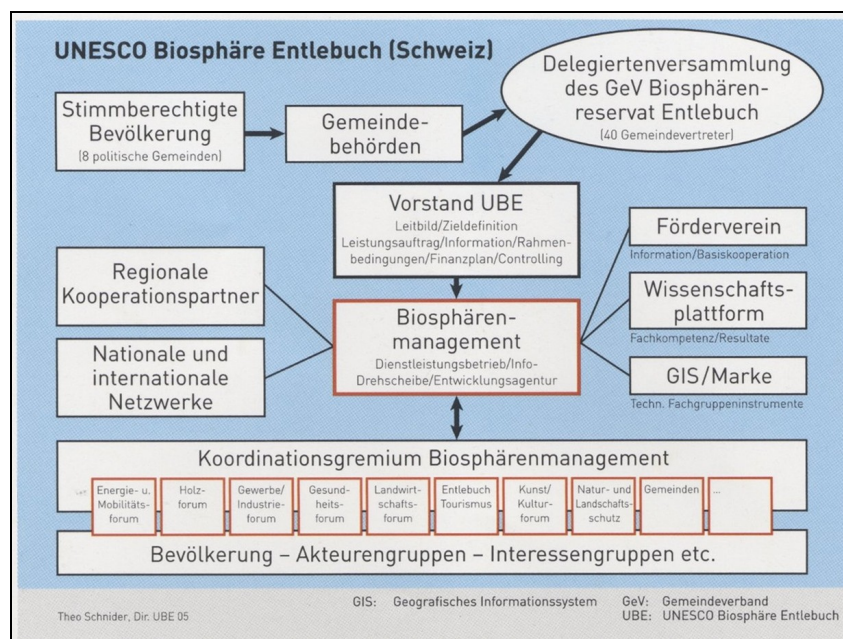


Abbildung 3: Organisation der UBE (UBE 2007)

Angesichts ihrer wilden Landschaften und ihrer unberührten Ökosysteme wird die UBE oft als der „Wilde Westen von Luzern“ bezeichnet. Dies wird für die touristische Promotion benutzt, zum Beispiel für den Prospekt „Schön wild, der Westen von Luzern“ (Abbildung 4). Der folgende Ausschnitt aus einem Leitartikel des Journals der UBE (Schnider, 2005) ist eine gute Zusammenfassung der Bedeutung dieser Werbung:

„Der Wilde Westen von Luzern“ - das bedeutet nicht nur, mit einer Adlerfeder im Haar die Grasnaben und Pisten zu pflügen, sondern auch, zu wissen, was man tun und ob man es tun darf. - Bei uns darf man (fast) alles, unvergleichbar mehr als in herkömmlichen Naturschutzgebieten. Das Entlebuch im Westen von Luzern bietet Ihnen Ferien mit Lust und Laune, Sport, Bewusstsein, Tradition, Genuss und Originalität. [...] ich (wünsche) Ihnen für Ihre nächsten Ferien jede Menge „nachhaltiges“ Vergnügen bei uns im Entlebuch.“

Die vorliegende Arbeit hat als Ziel, Grundlagen für die Entwicklung einer Besucherlenkung zu produzieren, die dem Besucher ein spannendes und rücksichtsvolles Erlebnis dieses „Wilden Westens von Luzern“ erlauben.



Abbildung 4: Eine Werbung für die UBE, der „Wilde Westen von Luzern“

3.2 Das Untersuchungsgebiet

3.2.1 Lage der Schrattenfluh

Die Lage des Untersuchungsgebietes im Süden der UBE ist auf der Karte „UBE: Zonierung und Untersuchungsgebiet“ des Anhangs 1 dargestellt. Es liegt auf dem Südhang des Gebirgsstocks Schrattenfluh, der aus den vier Berggipfeln Schibengütsch (2037 m.ü.M), Hengst (2092 m.ü.M), Hächle (2088 m.ü.M) und Strick (1946m.ü.M) besteht.

Die Schrattenfluh, auch oft Schrattenflue geschrieben, ist Nordost-Südwest orientiert und zählt zu den ersten Bergen der Voralpen. Sie ist im Osten mit der Hagleren, im Südosten mit dem Skigebiet Briener-Rothorn und im Südwesten mit dem Hohgant umgeben. Nach Norden breiten sich die Hügel des Mittellandes aus. Sie ist aus Kalkgestein, mit einem tiefen Höhlensystem, seltsamen Kalkformen und grossen Karrenfeldern. Die geologische Formation Schrattenkalk wurde übrigens nach ihr benannt. Als Typlokalität des Schrattenkalkes, mit ihrer typischen ober- und unterirdischen Karstformen und ihrer Flora gehört sie seit 1983 zu den Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN). (EDI 1977)

Die Schratzenfluh breitet sich über drei Gemeinden aus: Marbach, Escholzmatt und Flühli, die mit Sörenberg die grösste Gemeinde des Kantons Luzern bildet. Sörenberg ist ebenfalls der grösste Wintersportort im Kanton Luzern. Diese Gemeinde schlägt daher zahlreiche Aktivitäten vor, im Sommer wie im Winter. Neben den klassischen Skipisten, Langlaufbahnen und einem Golfplatz, wurde (und wird) ein innovatives Konzept von Erlebnisferien und Sport entwickelt, welches die Natur nutzt und sie berücksichtigt (UBE & Schnider 2008). Nicht weit von dem Schibengütsch befindet sich die Marbachegg der Gemeinde Marbach, die ebenfalls ein wichtiger touristischer Zielort ist.

3.2.2 Auswahl und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Auf der Schratzenfluh befindet sich die grösste Kernzone der UBE. Deshalb dient sie der regionalen Arbeitsgruppe als Zielgebiet des Pilotprojektes für eine nachhaltige Besucherlenkung, welche das Naturerbe schützt und ein interessantes touristisches Angebot bereitstellt. Ihre südöstliche Seite wurde als Untersuchungsgebiet ausgewählt, weil sie gleichzeitig ein wertvoller Lebensraum für Wildtiere und ein beliebtes Sports- und Erholungsgebiet ist. Die nordwestliche Seite dieses Berges ist kaum für eine touristische Nutzung geeignet, da sie hauptsächlich aus Felsen und steilen Hängen besteht.

Die Abbildung 5 (siehe auch Anhang 2) zeigt die Schratzenfluh und die verschiedenen Grenzen, die das Untersuchungsgebiet abgrenzen. Diese verlaufen vom Ausgangspunkt Hirseggbrücke in südlicher Richtung der BLN-Grenze entlang bis zur Kreuzung mit der Gemeindegrenze. Ab dort bildet der Grat eine natürliche Geländekammer, die sich zuerst auf der Gemeindegrenze bis zum Hächle und dann bis zur Tällen erstreckt. Zwischen Tällen und Hirseggbrücke folgt die Grenze der Kernzone. Auf diese Weise steht das ganze Untersuchungsgebiet in einer einzigen Gemeinde (Flühli), was die administrativen Probleme meidet und den Koordinationsbedarf reduziert.

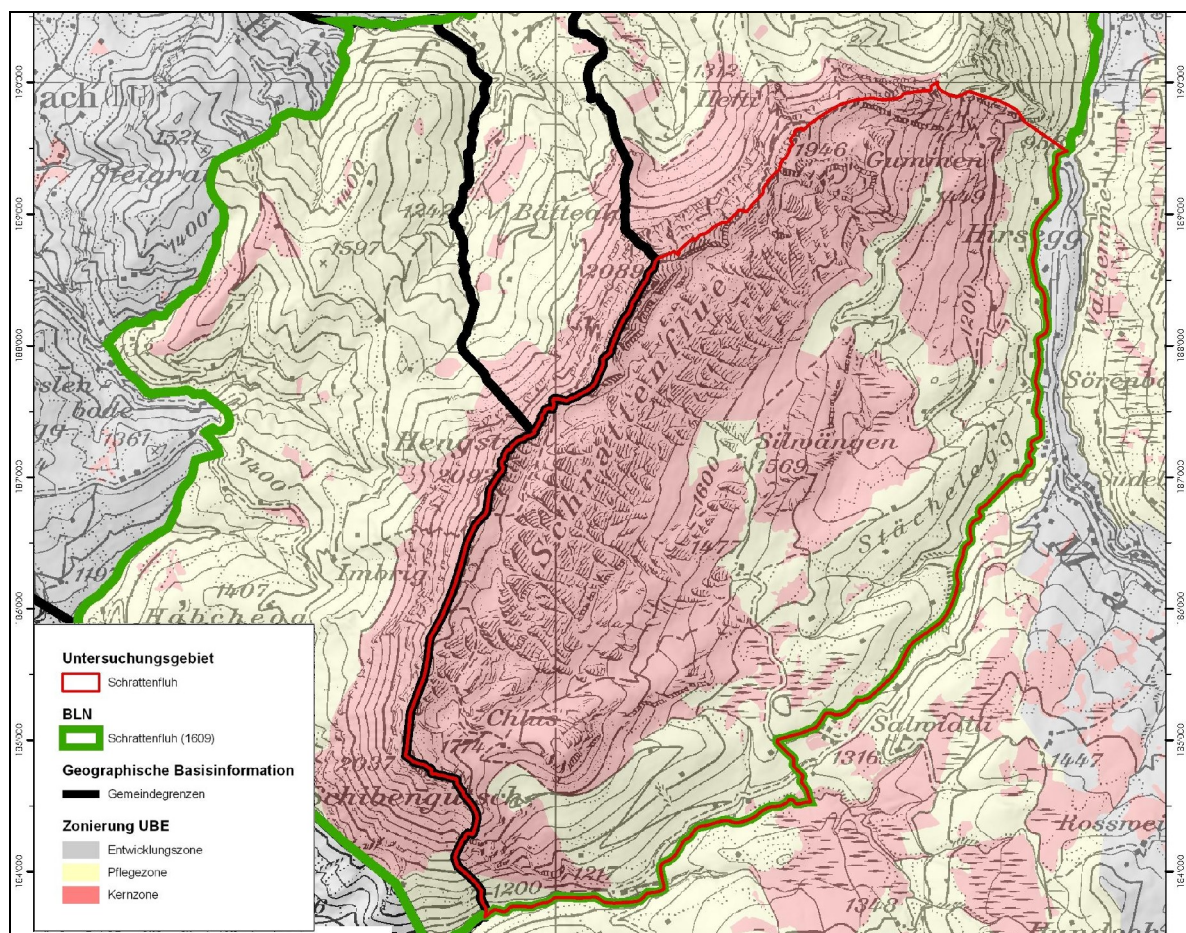


Abbildung 5: Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet umfasst 1800 ha (18km²). Es steht im Zentrum einer wertvollen Zusammensetzung von Naturlandschaften und Naturobjekten, die in Bundesinventaren aufgelistet sind:

- Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN)
- Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung
- Bundesinventar der eidgenössischen Jagdbanngebiete
- Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung
- Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung
- Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung

Die sechs hier erwähnten Bundesinventare erteilen den Objekten eine vollständige Erhaltung und die grösstmögliche Schonung (Art. 6 Abs. 1 NHG).

Das Untersuchungsgebiet liegt nicht nur in der BLN-Schrattenfluh, es ist auch noch umgeben von drei Moorlandschaften von nationaler Bedeutung: Hilferenpass im Norden, Glaubenberg im Osten und Habkern/Sörenberg im Süden. Die letztere deckt 48.3% der Fläche des Untersuchungsgebietes (Tabelle 1). Die Moorlandschaften bestehen aus Mooren und moorfreen Teilen, die eine enge ökologische, visuelle, kulturelle oder geschichtliche Beziehung mit dem Moor haben (Art. 23b, Abs. 1 NHG). Nach Art. 4, Abs. 1b der Moorlandschaftsverordnung dienen sie der Erhaltung der geomorphologischen Elemente, der Biotope, der Kulturelemente und der vorhandenen traditionellen Bauten. Zusätzlich befindet sich südlich des Untersuchungsgebietes das eidgenössische Jagdbanngebiet Tannhorn, welches dem Schutz von seltenen Arten oder der Erhaltung von gesunden Beständen jagdbarer Arten dient (Art. 1 VEJ). Diese geographische Konfiguration kann auf der Karte „Landschaften und eidg. Jagdbanngebiet“ im Anhang 3 eingesehen werden.

Die Karte „Moore von nationaler Bedeutung und Trockenstandorte“ im Anhang 4 zeigt die Flach- und Hochmoore, die sich von Cheiserschwand bis nach Wagliseischnubel erstrecken. Für beide gelten als Schutzziele die Erhaltung der geomorphologischen Eigenart und die Erhaltung und Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt (Art. 4 der Flachmoorverordnung und Art. 4 der Hochmoorverordnung). Auf der selben Karte werden die Trockenwiesen und -weiden des Gebietes dargestellt. Sie sind noch nicht alle von nationaler Bedeutung, da das Projekt gegenwärtig in Entwicklung ist.

Der Nadelwald deckt 35% der Untersuchungsfläche und ist ein Lebensraum für eine Vielzahl von Tierarten. In diesen lichten Wäldern lebt zum Beispiel das seltene Auerhuhn. In der Mitte des Gebietes bildet sich die Waldgrenze, die auf natürliche Weise wegen Trockenheit entstanden ist. Oberhalb der Baumgrenze macht sich das offene Gelände der Alpinlandschaft breit, mit seinen Rasen, Karrenfelder, Felsen und Berggipfel. Typische Alpentiere wie Gämsen, Murmeltiere, Alpendohlen oder Mauerläufer und Alpenpflanzen wie Enzian oder Alpenrose kommen auf der Schrattenfluh vor.

Tabelle 1: Einige Biotoptypen des Untersuchungsgebietes, deren gesamte Fläche und Flächenanteil des Untersuchungsgebietes

	Fläche	Flächenanteil
Flachmoor	77ha	4.3%
Hochmoor	66ha	3.7%
Moorlandschaft	870ha	48.3%
Trockenstandorte	40ha	2.2%
Wald	630ha	35%

3.2.3 Anthropogene Nutzungen

Das Gebiet ist jedoch nicht nur ein wildes Stück Natur, ohne menschliche Tätigkeit. Die Schrattenfluh ist ein wichtiger Ort im Leben des Entlebuch und zahlreiche anthropogene Nutzungen finden auf ihren Flanken statt, wie zum Beispiel Jagd und Forstwirtschaft. Landwirtschaftliche Betriebe (Karte im Anhang 5) befinden sich alle in der Pufferzone und zwar im Nordosten des Untersuchungsgebietes, oberhalb der Hauptstrasse sowie in Schlund und Ruchweid. Problematisch sind die Schafweiden in Matten und Heidenloch. Diese Nutzung ist normalerweise nicht mit deren einer Kernzone vereinbar. Es könnte eine Konkurrenz zwischen den Schafen und den Wildtieren, insbesondere Gämsen, entstehen, bezüglich der Ressourcen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass sich die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften wegen Eutrophierung oder einem intensiven Getrampel ändert. Diese Arbeit wird sich nicht mit diesem Problem beschäftigen, da es nichts mit einer Besucherlenkung zu tun hat. Im Untersuchungsgebiet befindet sich ebenfalls ein Militärgelände, unterteilt in Vertragsplätze und Zielgebiete (siehe Anhang 5). Seit einigen Jahren wird in der Kernzone jedoch nicht mehr geschossen.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Freizeitaktivitäten. Im Sommer (Karte im Anhang 6) wird das ausgebreitete Wanderwegnetz viel belaufen. Individuelle Gruppen genießen die abwechslungsreichen Landschaften des Gebietes, die Ruhe oder die sportlichen Anforderungen der zum Teil steilen Wege. Organisierte Exkursionen wurden auf der Schrattenfluh durchgeführt, wie „Höhen und Tiefen auf der Schrattenfluh“, „Steinadler und Co.“ und „Eulen und Co.“. Die Einheimischen kommen ins Gebiet um Pilze oder Beeren zu sammeln. Vier Klettergebiete (Böli, „Schiff“, Heftiboden und Tällen) sind ausgerüstet. Die Ein-/Ausgangspunkte sind an den Postautohaltestellen (Hirseggbrücke, Hirsegg und Südelhöchi) und den Parkplätzen (Hirsegg und Salwidili). Die Zufahrt mit dem Auto ist auch bis Wagliseischnubel oder bis die Alpwirtschaft Schlund möglich. Dort können die Besucher etwas essen und trinken. Die zwei SAC-Chlus- und Heftihütte bieten Übernachtungsmöglichkeiten im Untersuchungsgebiet. Im Winter (Karte im Anhang 7) sind die Höhen der Schrattenfluh beliebte Ziele für Skitourenfahrer. Schneeschuhläufer streifen durch das Gebiet entweder auf oder abseits der zwei markierten Trails. Zur Ergänzung des Postautos fährt im Winter der Salwidili-Bus zwischen Salwidili und Rischli.

4 Material

4.1 Fauna

4.1.1 Vorhandene Grundlagendaten

Ein grosser Teil der Grundlagendaten zur Fauna wurden von der Dienststelle Landwirtschaft und Wald (Iawa), Abteilung Fischerei und Jagd zur Verfügung gestellt. Ferner lieferte die Schweizerische Vogelwarte Sempach (Vogelwarte) einen Auszug aus der Informationsdienstdatenbank (ID) und erlaubte die Verwendung dieser vogelkundlichen Daten. Für deren Beschreibung werden diese Daten in drei Typen eingeteilt: Habitatmodelle, Beobachtungen und Umfrage. Die Eigenschaften der Grundlagendaten zur Fauna sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Die Habitatmodelle

„Habitatmodelle formalisieren die Beziehung zwischen den in den Geländeuntersuchungen erhobenen Umweltbedingungen und den Beobachtungen von Arten. Wir nennen sie Modelle, weil sie immer nur eine unvollständige menschliche Abbildung der realen Beziehung zwischen den Organismen und ihrer Umwelt darstellen.“ (Kleyer *et al.* 1999/2000). Die hier beschriebenen Habitatmodelle definieren wie geeignet eine Flächeneinheit als potentieller Lebensraum einer gewissen Art ist. Alle sind Hektarraster, weisen demzufolge eine Zellengrösse von 100 x 100 m auf.

Habitatmodell des Auerhuhns (Graf 2003)

R.F. Graf erstellte eine Karte mit dem potenziellen Auerhuhnlebensraum in der Schweiz. Die Variablenauswahl wird im Bericht so erklärt: « Bewusst sind im verwendeten Modell nur Variablen enthalten, die sich über die Zeit nur sehr wenig verändern und durch den Menschen wenig steuerbar sind. Damit versuchten wir so gut wie möglich die potenziell als Lebensraum geeigneten Flächen zu erfassen. Es ging nicht darum, die aktuelle Verbreitung möglichst genau zu modellieren. ». Jeder Zelle wurde ein Wert zugewiesen, der entweder 1. Priorität (aktuelles Vorkommen), 2. Priorität (Pufferzone, Vernetzungsfunktion und historische Nachweise) oder unbekannter Status ist.

Habitatmodell des Rothirsches (Eyholzer 2006)

Dieses Modell wurde für die Voralpen im Kanton Luzern mit dem WWMI (Wald-Wild-Management Instrument) berechnet, bei welchem der Lebensraumpotenzial die Differenz aus Naturpotenzial und Störungen (Siedlungen und Verkehrsträger) ist. Seine sechs-stufige Skala verläuft von 0 (kein Lebensraum oder fast sichere Abwesenheit) bis 5 (sehr guter Lebensraum oder fast sicheres Vorkommen). Die winterlichen Bedingungen wurden berücksichtigt: das Modell wurde für die Zeit zwischen dem 15. Dezember und 15. Februar verschieden berechnet. „Die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Rotwild in einer Rasterzelle hängt auch von deren Umgebung ab“, daher glättete Eyholzer die Zellenwerte. „Dazu wird für jede Rasterzelle der Medianwert aus den umliegenden acht Zellen plus der Zentralzelle berechnet.“ Folglich sieht das Kartenbild eintönig aus.

Habitatmodell der Gämse, des Rehs und des Rothirsches (Robin *et al.* 2000; Graf *et al.* 2008)

Die Habitatmodelle für diese drei Huftiere basieren auf der Methode beschrieben in Robin *et al.* (2000) und wurden leicht abgeändert gemäss Graf *et al.* (2008). Saisonale Unterschiede wurden nicht berücksichtigt. Die Habitateignungswerte sind auf einer 6-stufigen Skala verteilt: ein Wert von 0 entspricht ausgeschlossenem Vorkommen, ein Wert von 5 idealen Bedingungen.

Tabelle 2: Vorhandene Daten zur Fauna im Gebiet Schratzenfluh und ihre Hauptmerkmale

Titel	Beschreibung	Betroffene Arten	Datenerhebung	Format	Massstab
BE Schratzenfluh	Befragung von P. Schnider	Murmeltiere, Gämse	2008	Papier	1:35'000
BE Vögel	Befragung von C. Rogenmoser	Birk-, Hasel- und Schneehuhn, Steinadler, Raufuss- und Sperlingskauz, Waldschnepfe, Schneefink, Neuntöter, Feldlerche, Braunkehlchen	2008	Papier	1:35'000
HM Auerhuhn	Potentieller Auerhuhn-Lebensraum in der Schweiz (Graf 2003)	Auerhuhn		Raster	100x100m
HM Eyholzer	Potentielle Rothirscheinstände im Kanton Luzern (Eyholzer 2006)	Rothirsch		Raster	100x100m
HM Ungulaten	Habitatmodelle Ungulaten Reh, Gämse und Rothirsch (Robin <i>et al.</i> 2000; Graf <i>et al.</i> 2008)	Reh, Gämse, Rothirsch		Raster	100x100m
ID Vogelwarte	Auszug aus der ID der Schweizerischen Vogelwarte Sempach	Birk-, Hasel- und Schneehuhn, Steinadler, Turmfalke, Waldschnepfe, Raufuss- und Sperlingskauz	1984-2007	XY-Koordinaten	1000m
LE Marder	Nachweise von Marderarten (Holzgang & Muggli 2005)	Baummarder, Dachs	1995-2005	Vektor (Punkt)	1:25'000
LE Pfister	Jagdliche Umfrage UBE (Pfister <i>et al.</i> 2000)	Reh, Gämse, Rothirsch, Dachs, Fuchs, Feldhase, Luchs	1999	Papier	1:25'000

Die Beobachtungen

Vögel

Die ID der Schweizerischen Vogelwarte besteht aus Einzelbeobachtungen, welche der Vogelwarte nach bestimmten Kriterien von Freiwilligen gemeldet werden. Bestellt wurden nur die Meldungen von Arten, die im Untersuchungsgebiet (Koordinate unten links 638000 / 183000, Koordinate oben rechts 644000 / 191000) beobachtet wurden und die besonders durch direkte Störungen beeinflusst werden könnten: Greifvögel, Raufusshühner, andere Bodenbrüter und Eulen. Die Schweizerische Vogelwarte stellt eine Exceldatei zur Verfügung, welche die Meldungen mit folgenden Informationen enthält: Datum, Art, Koordinaten X-Y auf Quadratkilometer, Höhe, Anzahl Tiere, Anzahl Paare, Atlas Code, Beobachter und Bemerkung.

Marder (Holzgang & Muggli 2005)

Steinmarder, Baummarder, Hermelin, Mauswiesel, Iltis, Dachs und Fischotter gehören zur Familie der Marder. Holzgang und Muggli (2005) erstellten Verbreitungskarten mit Beobachtungen von Mardern im Kanton Luzern ab 1995. Jäger und Naturfreunde wurden im ganzen Kanton Luzern gebeten, die Beobachtungen oder Hinweise von Mardern auf einer Landeskarte im Massstab 1:25'000 einzuzeichnen. Datensätze des Naturmuseums Luzern und des Schweizerischen Zentrums für die Kartographie der Fauna wurden ebenfalls integriert.

Die Umfrage

1999 führten Pfister *et al.* eine jagdliche Umfrage im Biosphärenreservat Entlebuch. Die Jäger der Gegend zeichneten auf einer Landeskarte im Massstab 1:25'000 Angaben zur Fauna wie

Einstände, Wechsel, Fallwildstrecke, Dachs- und Fuchsbaue auf. In einem weiteren Schritt gaben sie an, wo Konflikte zwischen Mensch und Tiere entstehen.

4.1.2 Datenerfassung

Um das Untersuchungsgebiet besser kennen zu lernen und wichtige Informationen, die nicht in bereits vorhandenen Grundlagen vorkommen, zu sammeln, wurden zwei Gebietskenner getroffen. Sie wurden gebeten, Angaben zu verschiedenen Themen auf einer Landeskarte im Massstab 1:35'000 einzuzichnen. Deren Eigenschaften sind ebenfalls in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Schrattenfluh

Pius Schnider wohnt in Flühli und leitet unter anderem Touren und Exkursionen auf der Schrattenfluh. Er wurde gefragt, wo Murmeltiere im Gebiet anzutreffen sind. Zusätzlich wies er auf andere besondere Standorte wie Teiche, Klettergebiete und Plätze, wo er oft Gämse beobachtet hat, hin.

Vögel

Christian Rogenmoser aus Schüpfheim ist Mitglied des Natur- und Vogelschutzvereins Schüpfheim und Umgebung. Er gab hilfreiche Hinweise zur Vogelwelt der Schrattenfluh und entwarf Lebensräume auf der Karte 1:35'000. Die angestrebten Arten sind die Raufusshühner, die Eulen, der Steinadler, die Waldschnepfe sowie einige Singvögel.

4.2 Flora

Zur Flora werden hier keine speziellen Unterlagen vorgestellt, weil die Pflanzengemeinschaften in der Analyse nicht berücksichtigt werden. Ohne Angaben über das Ausmass der touristischen Nutzung, über die Häufigkeit mit der die Leute sich ausserhalb der offiziellen Wege befinden und über deren Verteilung ist es schwierig, die Art und Grösse der Beeinträchtigung zu schätzen. Jede Pflanzengemeinschaft reagiert verschieden auf Trampeln, übermässiges Abpflücken oder auf die potentielle Eutrophierung.

Nur die grössten und wichtigsten Biotoptypen Moore, Trockenwiesen und Wald werden zum Teil für die Analyse berücksichtigt sein. Die benutzten Unterlagen (Tabelle 3) sind schon als Datensätze in der Datenbank des Kantons Luzern erhältlich. Deren Visualisierung und Bestellung sind auf dem Geoportal www.rawi.lu.ch möglich.

Tabelle 3: Für die Analyse der Biotoptypen benutzten Datensätze

Dateninhalt	Dateiname	Datenbeschreibung
Flachmoore	FMOKTLU0	Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung
Hoch- und Übergangsmoore	HMOKTLU0	Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung
Trockenstandorte	TWWKTLU0	Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden
Wald	WALKTLU0	Waldfläche mit waldfreien Inseln

4.3 Tourismus

Bruno Fläcklin, Direktor von Sörenberg Flühli Tourismus, half bei der Lokalisierung der Freizeitobjekte auf einer Karte im Massstab 1:35'000. Vor allem zeigte er wo Winteraktivitäten im untersuchten Gebiet stattfinden. Einerseits handelt es sich um offizielle Aktivitäten: präparierte Winterwanderwege, geschilderte Schneeschuhtrails und im Tourenführer beschriebene Skitourrouten (siehe z.B. Maur 2002 für Skitouren; Coulin 2007 für Schneeschuhtouren). Andererseits wurden auch inoffizielle Winteraktivitäten wie oft befahrene Skitourrouten und Hauptabstiegszonen gezeichnet. Andere wichtige Erholungsorte wie Verpflegungs- und

Übernachtungsmöglichkeiten oder Klettergebiete wurden ebenfalls erwähnt. Bruno Fläcklin unterbreitete auch Vorschläge über den möglichen Standort von Informationstafeln für den Wintertourismus auf der Schratzenfluh.

Diese Grundlage wird im Folgenden als BE Tourismus bezeichnet.

5 Methode

5.1 Für die Analyse ausgewählte Daten

Eine wohlbedachte Auswahl der in die Analyse eingeschlossenen Tierarten ist notwendig, um saubere Resultate zu erhalten, die gut darstellen was von der Studie zu erwarten ist. Und zwar handelt es sich hier um Hinweise für eine Besucherlenkung, die einerseits die Störungen der Tiere durch den Menschen vermindert, und andererseits das Erlebnispotential für die Touristen aufzeigt. Es würde diesbezüglich keinen Sinn machen, einfach alle 22 Arten, die mindestens einmal in der Tabelle 2 erscheinen, zu bewerten und in der Analyse zu berücksichtigen, während alle anderen Arten, aus dem einzigen Grund, dass sie nicht erwähnt wurden, völlig ignoriert würden.

Drei Faktoren betrachtete ich als besonders wichtig für die Auswahl:

- Die ausgewählten Arten sind bei potentiellen anthropogenen Störungen schnell einer Gefährdung ausgesetzt, auch wenn sie in ihrem Vorkommen häufig sind. Gemäss Altmöos (1997) können diese störungsempfindlichen Arten als Index für erträgliche durch Menschen verursachte Störungen dienen.
- Sie sollten populär sein, wie das Beispiel der Raufusshühner zeigt, die, an Orten wo es Konflikte zwischen Mensch und Tier gibt, als so genannte Flaggschiff-Arten der Akzeptanz der Massnahmen zur Konservierung von Ökosystem und Biodiversität dienen können (Storch 2007).
- Es sollten auch genug Daten existieren, seien es Grundlagen zu ihrem potentiellen Habitat im Untersuchungsgebiet oder Angaben zu ihrer allgemeinen Störungsempfindlichkeit in der Literatur.

Mehrere Arten erfüllen keine oder nur zwei dieser drei Voraussetzungen. Damit ist nicht gemeint, dass ihre Bedeutung für den Naturschutz kleiner ist, sondern dass es Tierarten gibt, deren Relevanz für eine Besucherlenkung grösser ist. Deren Auswahl erlaubt es eine vereinfachte Analyse vorzunehmen und somit klarere Resultate zu erhalten, die zu einer räumlich und zeitlich guten Planung der Freizeitaktivitäten beitragen. Alle im Gebiet vorkommenden Tierarten sollten idealerweise von dieser Lösung profitieren. Im Folgenden wird mit Hilfe der drei Faktoren kurz erläutert, welche Arten in der Analyse nicht berücksichtigt wurden und warum.

Die erste ausgeschiedene Artengruppe sind die Marder. In den Datengrundlagen sind zu wenige Informationen zu ihrer Verteilung auf der Schrattenfluh enthalten. Es sind nämlich in LE Marder nur vier Beobachtungen von Dachsen und zwei von Baummardern in den 18 Quadratkilometern des Untersuchungsgebietes bekannt. In LE Pfister wird auf neun Baue hingewiesen, die aber entweder Fuchs- oder Dachsbau und zehn Jahre alt sind. Ferner sind diese zwei Tierarten als dämmerungs- oder meist nachtaktive Tiere nur wenig durch Freizeitaktivitäten gestört, solange diese nicht zu früh am Morgen und zu spät am Abend ausgeübt werden. Die zwei Eulenarten Raufuss- und Sperlingskauz sind ebenfalls vor allem in der Dämmerung voll aktiv, wobei der Sperlingskauz auch oft am Tag aktiv ist. Sie sind wenig scheu gegenüber Menschen, auch auf kleine Entfernung oder an ihrer Bruthöhle. Der Raufusskauz benutzt Schwarzspecht-, der Sperlingskauz Bunt- oder Dreizehenspechthöhlen als Bruthöhlen und sie sind deshalb mehr durch forstliche Massnahmen zu unterstützen (Mebs & Scherzinger 2000). Sie wurden in der Analyse nicht berücksichtigt, wie auch der Luchs, dessen Leben bei Menschen, die ruhig und auf Wegen laufen kaum beeinflusst wird (Blankenhorn *et al.* 2000) und der Fuchs, der sehr anpassungsfähig ist. Die Singvögel und der Feldhase sind hauptsächlich durch die intensive Landwirtschaft und das Verschwinden ihrer Habitate gefährdet und werden durch den Tourismus kaum berührt. Der Schneehase, welcher eine potentielle und interessante Artengruppe darstellen würde, wird leider in der Tabelle 2 nicht erwähnt. Er wurde nicht vergessen, aber unglücklicherweise sind überhaupt keine Daten hinsichtlich dieser Tiere für das Gebiet vorhanden (*J. Muggli*, mündliche Mitteilung). Für den Turmfalken finden sich nur sieben Beobachtungen, die alle zwischen Mai und Juli 2007 und ohne sichere Angaben zu einer Brut auf der Schrattenfluh gemacht wurden. Das ist zu wenig

um diesen Greifvogel in der Studie zu berücksichtigen.

Die zehn verbleibenden Arten sind: Auerhuhn (*Tetrao urogallus*), Birkhuhn (*Tetrao tetrix*), Gämse (*Rupicapra rupicapra*), Haselhuhn (*Bonasa bonasia*), Murmeltier (*Marmota marmota*), Rothirsch (*Cervus elaphus*), Reh (*Capreolus capreolus*), Schneehuhn (*Lagopus muta*), Steinadler (*Aquila chrysaetos*) und Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*).

Die zwei Bodenbrüter Haselhuhn und Waldschnepfe wurden aus der Analyse ausgeschlossen, was jedoch fragwürdig ist. Das Haselhuhn zeigt eine Indifferenz gegenüber anthropogenen Störungen (Bernard-Laurent & Magnani 1994). In der Praxishilfe des BUWALs für den Schutz des Auer- und Haselhuhns (Bernasconi *et al.* 2001) wird nicht speziell auf eine Beschränkung der Freizeitaktivitäten hingewiesen. Die Waldschnepfe ist vorwiegend dämmerungs- und nachtaktiv (Glutz von Blotzheim 1977). Zudem sind diese beiden Arten bei den Touristen weniger bekannt als die acht anderen und wurden in der Literatur zur Störungsbiologie seltener gefunden, da sie eine versteckte Lebensweise haben.

Die acht letzten Arten sollen so repräsentativ wie möglich für alle obig erwähnten Arten sein. Es handelt sich um vier Vögel und vier Säugetiere, die verschiedene Teile der Landschaft als Lebensraum nutzen. Es sind attraktive Arten, die bei den Touristen bekannt sind und damit einer angebotsorientierten Besucherlenkung dienen können. Zusätzlich sind es gut untersuchte Tierarten, über die zahlreiche Studien und Beispiele erhältlich sind, auf welche sich die entwickelte Methode stützen kann.

5.2 Vorbereitung der Datenbasis

Zur Vorbereitung, Verarbeitung und Präsentation der raumbezogenen Daten wurde ein Arbeitsplatz von der Dienststelle Raumentwicklung, Wirtschaftsförderung und Geoinformation (rawi), Abteilung Geoinformation und Vermessung des Kantons Luzern zur Verfügung gestellt. Dies ermöglichte den direkten Zugriff zu dem GIS des Kantons Luzern. Alle Analysen wurden mit ESRI®ArcMap™ 9.1 (<http://www.esri.com>) durchgeführt.

5.2.1 Digitalisierung und Georeferenzierung

Die Daten, die ausschliesslich in analoger Form bestehen, mussten zuerst digitalisiert werden. Je nach Datentyp oder Datenauflösung wurden verschiedene Methoden angewandt.

LE Pfister

Die analogen Karten hatten eine ausreichende Auflösung um gescannt und als Bilder im GIF-Format (Grafic Interchange Format) gespeichert zu werden. Jedes Bild wurde zuerst als Layer in ArcMap hinzugefügt und georeferenziert. Dafür wurden zehn leicht erkennbare und gut verteilte Punkte auf dem gescannten Bild ausgewählt, die mit den gleichen Punkten auf der Landeskarte PK25 in Verbindung gesetzt wurden. Eine Lagegenauigkeit von maximal drei Meter Abweichung wurde jeweils gewährleistet. Die georeferenzierten Bilder enthielten jedoch noch keine geographische Information. Deshalb wurden neue Featureclasses angelegt, in der neue Objekte nach den Angaben der Bilder gezeichnet wurden. Diese neuen Objekte wurden mit einer Auflösung von 1:2'000 je nach Geometrietyp digitalisiert.

BE Schrattenfluh und BE Vögel

Die Angaben, die sich auf den Papierkarten im Massstab 1:35'000 befanden, waren zu ungenau um die oben beschriebene Methode anzuwenden. Die Objekte wurden auf dem Bildschirm nach Augenmass geortet und nachgezeichnet. Dies erfolgte mit der Hilfe mehrerer Digitalisiergrundlagen: die Landeskarte PK 25, ein Orthophoto (von 2005 mit einer Auflösung von 0.25m) und ein Höhenmodell 10x10m (Atlasversion). Da hier auch Punktobjekte existierten, wurden drei neue Featureclasses (Polygone, Linien, Punkte) angelegt. In der Regel wurden die Daten im Massstab 1:5'000 digitalisiert.

BE Tourismus

Es wurde genau das gleiche Verfahren wie bei BE Schrattenfluh und BE Vögel verwendet. Da die Routen nicht markiert sind, werden die von den Skitourenfahrer gefolgte Spuren nicht jedesmal genau am gleichen Ort zurückgelegt. Um die daraus resultierende Unsicherheit der Lokalisierung darzustellen, wurden zusätzlich Pufferzonen von 5m auf beiden Seiten der Aufstiegsrouten hinzugefügt.

5.2.2 Importierung

Die XY-Koordinaten der ID Vogelwarte im Excel Format wurden zuerst in die für ArcMap-kompatible Tabelle dBaseIV (.dbf) konvertiert. Diese Tabelle wurde in ArcMap als Information für XY-Punkte hinzugefügt und als Layer gespeichert. Um die Flächen besser darzustellen wurde ein Raster von 1000x1000m erstellt, welches die Attribute der passenden Punkte erhielt.

5.2.3 Kontrolle

Die zwei Datengrundlagen BE Vögel und ID Vogelwarte enthalten unterschiedliche Informationen zu denselben Vogelarten. Die ID Vogelwarte besitzt eine zeitliche Dimension und wurde von mehreren Beitragenden erstellt, während die BE Vögel räumlich besser definiert ist. Obwohl die in der BE Vögel dargestellten Lebensräume bloss ungefähr gezeichnet wurden, gewannen sie dank einer Prüfung durch die ID Vogelwarte an Aussagekraft. Da alle benutzten Datengrundlagen vor 1999 erstellt wurden, wurden hier nur die nach 1999 gemeldeten Beobachtungen der ID Vogelwarte berücksichtigt. Es gibt sowieso weniger ältere Meldungen, z.B. wurde von 17 Beobachtungen für den Steinadler, nur eine vor 1999 erhoben. Angaben zu jeder einzelnen Art wurden aus den beiden Datengrundlagen exportiert und deren Flächen wurden zusammengeführt (*Analysis Tools* → *Overlay* → *Verschneiden (Identity)*).

Ein Beispiel ist in der Abbildung 6 für den Steinadler zu sehen. An der Stelle auf welcher die zwei Grundlagenflächen sich überlagern, übernimmt die BE Vogel die Attribute der ID Vogelwarte und erhält deshalb den Wert 1 (realer Lebensraum oder Brutgebiet) in einem neuen Feld *Beobachtung*. Die übrigen Teile der Fläche, die nicht durch mindestens eine Beobachtung kontrolliert wurden, erhalten einen Wert von 0.5 (potenzieller Lebensraum oder Brutgebiet).

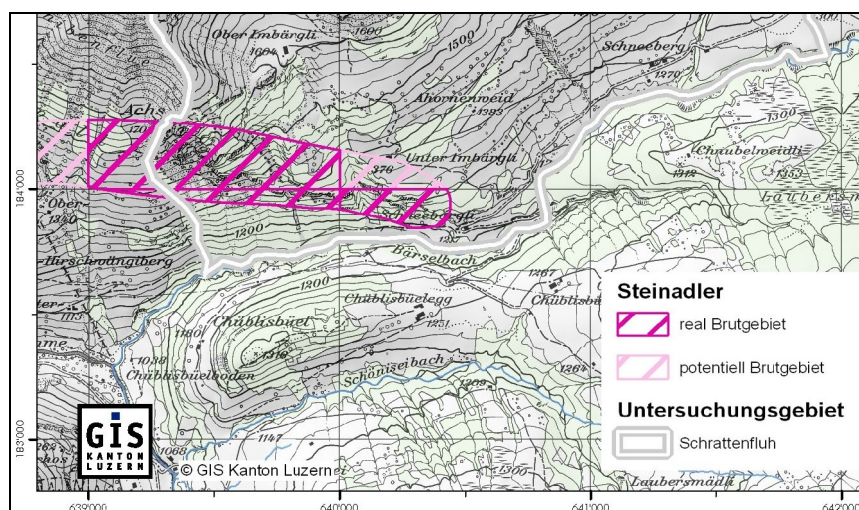


Abbildung 6: Reales und potentielles Brutgebiet des Steinadlers

5.2.4 Konvertierung Vektor zu Raster

Während die Raumanalyse mit Vektordaten wegen Überlagerungen komplex ist, gewinnt sie an Leistung und Flexibilität wenn sie mittels Rasterdaten durchgeführt wird (Golay 2007). Zusätzlich machen Rasterzellen die Grenzen weniger scharf, was für Lebensräume, die in der Realität nicht von einer genaueren Linie begrenzt werden, sinnvoll ist.

Aus diesen Gründen und weil alle vorhandene Habitatmodelle als Rasterdaten existieren, wurden die Vektordaten BE Vögel, BE Schrattenfluh, LE Gämse, LE Reh und LE Rothirsch ins Rasterformat konvertiert. Für jede ausgewählte Tierart (Birkhuhn, Schneehuhn, Steinadler, Murmeltiere, Gämse, Reh und Rothirsch) wurde ein separater Rasterdatensatz erzeugt. Alle besitzen eine Zellengröße von 50m, ausser BE Schrattenfluh, die sehr kleine und genau geortete Flächen umfasst und mit einer Zellengröße von 10m die gewünschten Informationen besser darstellt.

Diese Auflösungsunterschiede sind kein Problem da ArcMap eine Raumanalyse mit Raster unterschiedlicher Zellengröße erlaubt. Es muss jedoch entschieden werden, welche Zellengröße die abgeleitete Karte erhält. In der folgenden Analysen wurde die Zellengröße immer der Basiskarte mit der grössten Zellengröße angepasst. Es würde keinen Sinn machen, Resultate mit einer scheinbar besseren Auflösung darzustellen, als sie aufgrund der Basiskarten überhaupt erreicht werden könnte.

5.2.5 Standardisierung

Alle Rasterdaten haben verschiedene Messskalen und sind deshalb nicht miteinander vergleichbar. Die Daten müssen daher standardisiert werden, und erhalten Werte zwischen 0 und 1. Die einfachste und weitverbreitete lineare Normierungsmethode (*linear scaling*), beschrieben in Eastman *et al.* (1998) und Malczewski (1999), wurde verwendet:

$$x'_i = \frac{(x_i - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} * 10$$

mit x_i = roher Datenwert

x'_i = normalisierter Wert

Da Integerwerte weniger Speicherplatz benötigen und vor allem mehr Analysemöglichkeiten bieten, wurde der ganze Term mit 10 multipliziert, um keinen Wert mit Dezimalstelle zu haben. Da x_{min} für alle Kriterien Null ist, kann die Formel so gekürzt und verwendet werden:

$$x'_i = \frac{x_i}{x_{max}} * 10$$

Der Vorteil dieser Methode ist, dass sie das Verhältnis zwischen den effektiven und normalisierten Werten beibehält (Geneletti & van Duren 2008).

5.3 Analyse

5.3.1 Störungsempfindlichkeit

Jede Tierart reagiert anders gegen die Störungen von Menschen. Zahlreiche Studien untersuchen die Beziehungen zwischen den Beiden und wie stark Wildtiere gestört werden. Zum Beispiel ist die Empfindlichkeit des Auerhuhnes nicht in Frage gestellt. Es gilt als „besonders störungsempfindlich“ (Thiel *et al.* 2008), „sehr empfindlich gegen Störungen“ (Bernasconi *et al.* 2001) oder auch „*highly sensitive to human disturbance*“ (Sachot *et al.* 2003). Ein so klares Urteil ist für andere Arten kaum zu finden. Dies ist auf die unterschiedlichen Methoden, untersuchten Variablen und Schlussfolgerungen von Studien zurückzuführen, welche einzelne Störquellen auf spezifische Tierarten analysieren. Eine numerische Note für die Störungsempfindlichkeit jeder einzelnen Tierart auf einer gemeinsamen Skala ist sehr schwer herzuleiten. Es wurde deshalb ein einziger Beitrag gebraucht, eine Umfrage zur Störung von Wildtieren, die Christa Mosler-Berger 1994 durchgeführt hat. Ihre Arbeit hat den Vorteil, dass die Einwirkungen vieler Freizeitaktivitäten auf mehrere Tierarten analysiert werden. Ihre Analysen basieren auf den Antworten zu folgender Frage: „Wie stark schätzen sie, dass Tierarten, die im betreuten Gebiet leben, durch den

Menschen gestört werden?“. Wildhüter und Jagdaufseher aus 17 Kantonen der Schweiz wurden gebeten, den 11 vorgegebenen Tierarten eine Note zwischen 1 (wenig gestört) und 5 (stark belastet) zu geben. Acht der vorgegebenen elf Tierarten ihrer Studie sind auch in der gegenwärtigen Analyse enthalten. In der Tabelle 4 sind die resultierenden Belastungen jeder Tierart dargestellt.

Tabelle 4: Störungsempfindlichkeit der ausgewählten Tierarten. 5: stark gestört. 4: Mittel, Tendenz stark gestört. 3: Mittel gestört. 2: Mittel bis wenig gestört. 1: wenig gestört. (nach Mosler-Berger 1994)

Tierart	Störungsgrad
Auerhuhn	5
Birkhuhn	5
Gämse	4
Reh	4
Rothirsch	3
Murmeltier	2
Schneehuhn	2
Steinadler	1

Die Verteilungsraster jeder Art wurden anschliessend mit der entsprechenden Note multipliziert. Der neue Wert jeder Zelle stellt also das Vorkommen mal die Störungsempfindlichkeit dar. Die Idee dahinter ist, die Werte der entstehenden Raster zu addieren, um eine Karte abzuleiten, welche die gesamte Störungsempfindlichkeit im Raum darstellt. Diese Idee lässt sich ursprünglich von der Artenvielfaltkarte, die Gokhelasvili *et al.* (2002) mit der Hilfe von 17 Verteilungskarten erzeugten, inspirieren. Dieses Vorgehen muss vorsichtig geplant werden. Erstens sollte überlegt werden, ob und wie unterschiedliche Analysen für das Gesamtjahr, die Brutzeit und den Winter möglich sind. Zweitens bestehen für die Huftiere mehr als eine Datengrundlage: zwei Habitatmodelle und die Umfrage zu Lebensräumen für den Rothirsch, ein Habitatmodell und die Umfrage für Gämse und Rehe. Es muss also entschieden werden, welche wie benutzt werden könnten.

Jahreszeiten

Wie im Kapitel 2 schon erwähnt ist, können Störungen durch Menschen je nach Jahreszeit mehr oder weniger stark auf Wildtiere wirken. Letztere sind empfindlicher im Winter und während der Brutzeit. Mosler-Berger (1994) macht in ihrer Studie keinen Unterschied zwischen den Jahreszeiten und die in der Tabelle 4 gegebenen Werte sind für das Gesamtjahr gültig. Es bleibt die Möglichkeit, die unterschiedliche Nutzung der Habitate nach Jahreszeiten in Betracht zu ziehen. Leider ist das Habitatmodell für Rothirsch von Eyholzer (2006) die einzige Grundlage, die für das ganze Jahr sowie auch für den Winter erhältlich ist. Es wird deshalb für das Berechnen der Winterkarten gebraucht, während für Gämse und Rehe das Habitatmodell von Graf (2008) genommen wird. Mit diesem letzteren werden die Ganzjahreskarten für alle drei Huftierarten berechnet. Ausserdem werden Murmeltiere, die im Winterschlaf sind, für den Winter nicht berücksichtigt.

Benutzung von HM oder von LE Grundlagen

Die Auswahl der einen oder der anderen Grundlage für die Analyse erfolgte anhand eines Vergleichs mit 4 Kriterien. Dieses Verfahren, detailliert in der Tabelle 5, ermöglicht, dass die Vorteile jeder Datengrundlage für Ungulaten gut erkannt und ausgenutzt werden. Die Eigenschaften einer zu unserem Zweck idealen Unterlage wurden als Kriterien genommen. Diese stellt die aktuellen Werte des effektiven sowie des potenziellen Vorkommens einer Art und die saisonalen Unterschiede ihrer Habitatnutzung dar. Ihre Auflösung ist eine wichtige Eigenschaft, die aber nicht berücksichtigt wird, weil HM und LE in dieser Hinsicht schwer zu vergleichen sind: HM haben grössere Zellen als LE, während LE vermutlich Informationen und Auflösung während der Digitalisierung und der Konvertierung von Vektor zu Raster verloren hat. Die Datengrundlagen

erhalten für jedes Kriterium einen Punkt, wenn sie es erfüllen, sonst nicht. Aus der Summe der erhaltenen Punkte wird eine Gewichtung berechnet, welche aus der Proportion der Punktzahl zweier Grundlagen X und Y entsteht.

Daher ist eine Kombination zwischen HM und LE für die Gämse, den Rothirsch und das Reh möglich. Für die vier Vogelarten und die Murmeltiere hingegen besteht pro Art nur eine Datengrundlage. Obwohl sie nicht alle die gleiche Qualität haben, erhielten sie keine Gewichtung. Dies würde eine Tierart mit mehr als einer Grundlage in den Vordergrund stellen, was hier nicht erwünscht ist.

Tabelle 5: Gewichtung der Daten für Huftiere gemäss vier Faktoren: Ist das effektive Vorkommen dargestellt? Ist das potentielle Vorkommen dargestellt? Ist die Grundlage genug aktuell? Wurden Unterschiede zwischen Sommer und Winter berücksichtigt? 1=ja, 0=nein

Data	Effektives Vorkommen?	Potentielles Vorkommen?	Aktuell?	Unterschied Ganzjahr-Winter?	Punktzahl	Gewichtung	
HM Rothirsch06	0	1	1	1	3	0.75	
HM Gämse, Reh, Rothirsch08	0	1	1	0	2		0.67
LE Gämse, Reh, Rothirsch	1	0	0	0	1	0.25	0.33

Um die Bedeutung der zugewiesenen Gewichtung auf die Ergebnisse zu testen, wurden drei verschiedene Gewichtungssätze verwendet, und das für die zwei Jahreszeiten Winter und Ganzjahr. Es wurden also sechs verschiedene Datenkombinationen durchgeführt (siehe Tabelle 6 für das vollständige Verfahren). Die ausgewählten Raster wurden mit dem Werkzeug *Spatial Analyst Tools* → *Map Algebra* → *Single Output Map Algebra* summiert.

Die drei Additionen S1 bis S3 sind für das Gesamtjahr, die drei nächsten (S4 bis S6), wie vorgängig beschrieben, sind für den Winter berechnet. Zuerst wurden für S1 und S4 nur die Habitatmodelle berücksichtigt, weil sie gemäss der vier Kriterien eine bessere Qualität aufweisen: sie erhielten einen Koeffizient von 1, die LE einen Koeffizient von 0. Zweitens wurden S2 und S5 mit der Gewichtung der Tabelle 5 berechnet. Sie sind die Hauptraster, die für die weiteren Schritte der Arbeit verwendet werden. Zuletzt wurden die HM und LE für Huftiere gleich bewertet (0.5/0.5) und deren Kombination ergab die Raster S3 und S6.

Tabelle 6: Verfahren für die Analyse der Störungsempfindlichkeit. Sechs neue Raster (von S1 bis S6) wurden berechnet, dank gewogenen Summen der Grundlagen HM, BE und LE

	Ganzjahr			Winter		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
HM Rothirsch06	-	-	-	1	0.75	0.5
HM Rothirsch08	1	0.67	0.5	-	-	-
HM Reh	1	0.67	0.5	1	0.67	0.5
HM Gämse	1	0.67	0.5	1	0.67	0.5
HM Auerhuhn	1	1	1	1	1	1
BE Birkhuhn	1	1	1	1	1	1
BE Schneehuhn	1	1	1	1	1	1
BE Murmeltier	1	1	1	-	-	-
BE Steinadler	1	1	1	1	1	1
LE Rothirsch	-	0.33	0.5	-	0.25	0.5
LE Reh	-	0.33	0.5	-	0.33	0.5
LE Gämse	-	0.33	0.5	-	0.33	0.5

5.3.2 Fluchtdistanz

Nach flächendeckender Charakterisierung der Empfindlichkeit der Tiere in ihren respektiven Habitaten ohne Berücksichtigung von den tatsächlichen Tourismusaktivitäten, stellt sich die Frage, wie gross die Wirkungszone des Tourismus ist. Da keine Angaben zur Intensität der Nutzung des Gebiets vorhanden sind, wird ein Tourist oder ein Sportler erdacht, der das ganze Gebiet durchstreift. Es wird angenommen, dass er strikt auf den markierten Wegen, Routen und Trails bleibt, dass er keinen Hund bei sich hat und dass er sich nicht besonders laut verhält. Sobald der Sportler nahe genug an ein Tier herankommt, wird das Tier fliehen. Diese Distanz zwischen Räuber (Mensch) und Beute (Tier) heisst Fluchtdistanz (Cooper & Frederick 2007). Pufferzonen mit der Breite der Fluchtdistanz wurden um die Wege herum erstellt. Ausserhalb dieser Zonen ist es nicht wahrscheinlich, dass Wildtiere eine unmittelbare Fluchtreaktion zeigen, welche viel Energie brauchen. Es ist aber trotzdem anzunehmen, dass Tiere über diese Grenzen hinaus gestört werden, deshalb dienen die hier erstellten Pufferzonen NICHT einer Begrenzung von Schutzzonen. Hier stellen die Pufferzonen Flächen dar, wo der Tourist und ein Wildtier sich potentiell begegnen können und wo das Tier eine sichtbare Reaktion zeigt.

Die Fluchtdistanz hat den Vorteil, dass sie eine Eigenschaft ist, die für jede Tierart spezifisch ist. Werte aus der Literatur können deshalb genutzt werden, ohne die für das Gebiet spezifische Fluchtdistanzen testen zu müssen (Blumstein *et al.* 2003). Auch gemäss Blumstein *et al.* (2005), ist sie eine oft untersuchte Variabel um die Wirkung von Fussgängern auf Wildtiere zu quantifizieren. Viele Angaben zu Fluchtdistanzen wurden im Buch von Ingold (2005) gefunden. In Ergänzung erfolgte noch eine Literatursuche auf der Website NaturSportInfo (Bundesamt für Naturschutz 2008). Die acht Tierarten wurden als Schlüsselwörter eingetippt. In der Tabelle 7 werden nur die Quellen und Angaben zusammengefasst, die auf Reaktion gegen Leute auf Wegen hinweisen. Es fehlen die Tierarten Birkhuhn und Steinadler, für welche keine Angaben gefunden wurden. Wenn es mehrere Angaben für eine Art gibt, wurde der grösste Durchschnitt als Distanz für die Pufferzonen genommen.

Tabelle 7: In der Literatur gefundenen Angaben zur Fluchtdistanzen

Tierart	Typ der Störung	Bemerkung	Fluchtdistanz (m): Min-Max (Mittel-)	Quelle
Gämse	Wanderer, Bergläufer, Mountainbiker	Böcke	43-250 (103)	Gander & Ingold 1997
	Wanderer keine Stimme	Geissen	75-140(100)	Kobelt 2004
	Wanderer	Böcke und Geissen	130	Ingold <i>et al.</i> 1996
		Empfehlung Pufferzone	100-150	Hamr 1988
Reh	Wanderer	downwind (maximal)	64.7 ± 5.8	De Boer <i>et al.</i> 2004
Rothirsch	Wanderer	weibliches Tier	85	Petrak, M. 1996
Auerhuhn	Wanderer		50	Thiel <i>et al.</i> 2007
Schneehuhn	Wanderer		7-35	Ingold <i>et al.</i> 1996
Murmeltier	Wanderer		18-48(30)	Mainini <i>et al.</i> 1993
	Wanderer	Gebiet mit schwachem Betrieb	21-76(49)	Louis & Le Berre 2000

Um die Pufferzonen aufzubauen wurden die zwei Karten für Sommertourismus (Anhang 6) und Wintertourismus (Anhang 7) sowie die Lebensraumkarten gebraucht. Falls Tourismusobjekte (meistens Linien) im Lebensraum einer Art enthalten sind, werden Pufferflächen mit der artspezifischen Fluchtdistanz der Tabelle 8 als Abstand um die Tourismusobjekte herum erzeugt.

Da die Fluchtdistanz für flächendeckende und unvorausehbare Aktivitäten grösser ist (Weber & Schnidrig-Petrig 1997), wurde entschieden, eine Fluchtdistanz von 200m für alle Tierarten um Abstiegszonen für Skitouren zu legen. Die Resultate der Operation wurden auf zwei Karten eingetragen, eine für Sommertourismus und eine für Wintertourismus.

Tabelle 8: Distanzen, die als Pufferzone um Freizeitinfrastrukturen verwendet werden

Aktivität	Tierart	Pufferzone (m)
linienhaft	Auerhuhn	50
	Birkhuhn	50
	Gämse	130
	Reh	70
	Rothirsch	90
	Murmeltier	50
	Schneehuhn	35
flächendeckend	Alle Arten	200

5.3.3 Konfliktpotential

Mit der Hilfe der Karten über Störungsempfindlichkeit und der Karten über Fluchtdistanzen können jetzt die Zonen mit Konfliktpotential zwischen Tieren und Menschen herausgehoben werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass Konflikte entstehen ist höher an den Orten wo Aktivitäten im Lebensraum der empfindlicheren Tiere ausgeübt werden. Wie schon erwähnt, haben nicht alle Sport- und Erholungsaktivitäten die gleiche Auswirkung auf die Natur. Deshalb erhielt jede Aktivität eine Note, welche auf ihre Störintensität hinweist (Tabelle 9). Angesichts der im Gebiet vorliegenden Aktivitäten wurde entschieden, eine dreistufige Skala zu verwenden: 1 für langsame, auf der vorhandenen Infrastruktur verlaufende Aktivität (Wege, Klettergebiete, Trails oder Routen). 2 für langsame, abseits der vorhandenen Infrastruktur verlaufende Aktivität. 3 für rasche, flächendeckende und abseits der vorhandenen Infrastruktur verlaufende Aktivität.

Tabelle 9: Bewertung der Intensität von Tourismusaktivitäten als Störquelle. 1: langsam, auf Wegen. 2: langsam, abseits Wegen. 3: rasch, flächendeckend/abseits Wegen

Saison	Aktivität	Bewertungsklasse
Winter	Wandern	1
	Skitouren (Aufstieg)	1
	Schneeschuhlaufen auf Wegen	1
	Schneeschuhlaufen abseits Wegen	2
	Skitouren (Abstieg)	3
Sommer	Wandern	1
	Klettern	1
	Pilz- und Beerensammeln	2

Die Absicht ist, die Empfindlichkeit der Tiere (Beeinträchtigte) mit dem Störpotential des Tourismus (Beeinträchtiger) zu multiplizieren: $Konfliktpotential = Störungsempfindlichkeit \times Störpotential$.

Die Raster für Störungsempfindlichkeit wurden schon im Absatz 5.3.1 erstellt. Es wurden S2 für Sommer und S5 für Winter ausgewählt. Um die Analyse zu vereinfachen, wurden diese in fünf

Kategorien reklassifiziert (*Spatial Analyst Tools* → *Reclass* → *Reclassify*), von wenig störungsempfindlich (1) bis sehr störungsempfindlich (5):

0-29 → 1, 30-49 → 2, 50-69 → 3, 70-99 → 4, 100-170 → 5.

Die Raster für Störpotential im Winter und im Sommer müssen noch aufgebaut werden. Dafür wurden folgenden Arbeitsraster (A-F), alle mit einer Zellengröße von 100m, erstellt:

- Die im Vorabsatz (5.3.2) erstellten Pufferzonen werden von Vektor zu Raster konvertiert und bekommen je nach Aktivität einen Wert aus der Tabelle 9:
 - A: Störraster Wanderwege + Klettergebiete
 - B: Störraster Schneeschuhtrails + Skitourrouten + Winterwanderwege
 - C: Störraster Abstiegszonen
- Für Schneeschuhtouren gilt laut dem Schweizerischen Alpen-Club (2008) ab 35° einen Hang als sehr steil. Es wird davon ausgegangen, dass Schneeschuhläufer abseits von markierten Trails nicht oder selten steileres Gelände begehen. Deshalb wird aus dem topographischen Datensatz „Hangneigung“ vom Kanton Luzern (Auflösung 10m, Daten-ID: 563) ein neues Raster abgeleitet, das nur Hänge die kleiner als 35° sind umfasst:
 - D: Störraster Schneeschuh abseits Wegen
- Pilz- und Beerensammler können sich auch in steileren Hängen aufhalten, um ihre liebsten Lebensmittel zu finden. Sie bleiben meistens im Wald, und deshalb umfasst dieses Störraster nur die Hänge kleiner als 45° bis zur Waldgrenze:
 - E: Störraster Pilz- und Beerensammler
- Ein neues Raster wurde erstellt, welches das ganze Untersuchungsgebiet mit Null deckt (*Spatial Analyst Tools* → *Raster Creation* → *Create Constant Raster*):
 - F: Nullraster

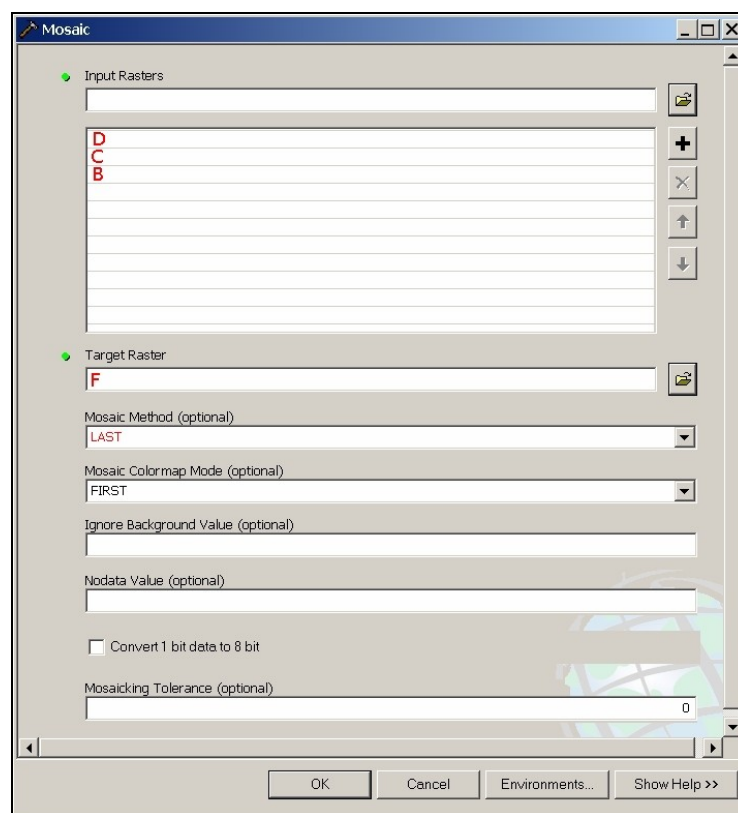


Abbildung 7: ArcTool Mosaic findet Verwendung bei der Erstellung eines Störrasters für den Wintertourismus.

Die Werte für das Störpotential sind nicht additiv. Wenn mehrere Aktivitäten am gleichen Ort stattfinden, sollte die entsprechende Zelle den Wert der Aktivität mit dem höchsten Störpotential

annehmen. Es gibt eine Ausnahme: die Abstiegszonen (Störpotential 3) nehmen den Wert der Aufstiegsrouten (Störpotential 1) an, falls es sich um die gleiche Route handelt. Es wird nämlich davon ausgegangen, dass die Tiere schon beim Aufstieg gestört wurden, dass sie wahrscheinlich nicht mehr in dieser Wirkungszone sind und folglich die Wirkung des Abstiegs abnimmt. Das Werkzeug *Data Management Tools* → *Raster* → *Mosaic* wird für diesen Zweck gebraucht, weil es dank seiner Option „*Mosaic Method: LAST*“ die Arbeitsraster in der Art überlagert, dass nur der oberste Wert für jede Zelle in dem neuen erstellten Störraster bleibt. Am Beispiel des Winters zeigt die Abbildung 7 wie die Raster B, C, D und F zusammengeführt wurden. F dient als *Target Raster*, auf den die Arbeitsraster gelegt werden. Das gleiche Verfahren wurde für den Sommer mit den entsprechenden Raster (F als *Target Raster*, E und A in dieser Reihenfolge) angewendet. Jetzt können die Raster Störungsempfindlichkeit und Störpotential gemäss der Matrix in der Tabelle 10 miteinander multipliziert werden. S2 x Störpotential Sommertourismus und S5 x Störpotential Wintertourismus ergeben eine Karte für das Konfliktpotential im Sommer bzw. eine Karte für das Konfliktpotential im Winter.

Tabelle 10: Matrix zur Berechnung vom Konfliktpotential (Störungsempfindlichkeit der Tiere x Störpotential des Tourismus). Die Farben stellen fünf Stufen vom Konfliktpotential dar, so wie sie auf der Karte repräsentiert werden: von 0 dunkelgrün = klein bis 15 rot = stark.

		Störungsempfindlichkeit				
		1	2	3	4	5
Störpotential	0	0	0	0	0	0
	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15

5.3.4 Erlebnispotential

In diesem letzten Schritt der Methode wird versucht, eine Karte zu erstellen, die gleichzeitig das Erlebnispotential des vorhandenen Wegnetzes erleuchtet und die Störungsempfindlichkeit der Umgebung jeder Teilstrecke zusammenfasst. Auf diese Weise können attraktive Wege mit einem geringen negativen Einfluss in den Vordergrund gestellt werden, die einer angebotsorientierten und naturschonenden Besucherlenkung dienen können. Dafür wird das vorhandene Wanderwegnetz anhand zwei Kriterien bewertet: Erlebnispotential und Störungsanfälligkeit. Die Karte wurde nach der Tabelle 11 erstellt.

Erlebnispotential

Um Orte mit hohem Erlebnispotential zu definieren wurden folgende Layers ausgewählt:

- Für den Steinadler, das aus BE Vögel erstellte Raster.
- Für die Murmeltiere, die in BE Schratzenfluh gegebenen Standorte.
- Für die Huftiere wurden die Raster LE Pfister (Werte 0 oder 1) mit den entsprechenden HM Ungulaten (Werte zwischen 0 und 5) addiert. Daraus folgt jeweils ein Raster für jede Art, welches Werte zwischen 0 und 6 beinhaltet. Daraus wurden nur die Zellen, die nach der Summierung einen Wert höher als 3 ergeben, ausgewählt. Es wurde davon ausgegangen, dass Tiere in diesen Zellen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit anzutreffen sind.

Alle Teilstrecken des Wanderwegnetzes, die eine gute Lage gegenüber diesen Zonen besitzen erhielten einen Wert von 1. Die anderen Teilstrecken, wo keine spezielle Erlebnisse zu erwarten sind, erhielten einen Wert von 0.

Störungsanfälligkeit

Der Layer Sommerwanderweg wurde mit der Karte zur Störungsempfindlichkeit S2 überlagert. Jede Teilstrecke erhielt einen Wert von 1 bis 3, abhängig von der Störungsanfälligkeit, welche als klein, mittel oder hoch bewertet wird.

Tabelle 11: Bewertung der Wanderwege

		Beobachtung	
		1=möglich	0=unwahrscheinlich
Sensibilität	0=hoch	0,1	0,0
	1=mittel	1,1	1,0
	2=klein	2,1	2,0

6 Ergebnisse und Diskussion

Die Diskussion stützt sich eng auf die Karten welche auf den Seiten 34, 36 und 39 präsentiert wurden, weshalb diese gleichzeitig angeschaut werden sollten. Um die Lektüre zu erleichtern wird die Diskussion direkt nach den Ergebnissen präsentiert.

6.1 Störungsempfindlichkeit

Die Raster können allgemein als Tabellen dargestellt werden, welche die Anzahl Zellen die einen bestimmten Wert haben, auflisten. Hier wird nur die Tabelle des Rasters S1 als Beispiel gezeigt (Tabelle 12). Die fünf weiteren Listen befinden sich im Anhang 8. Aus diesen Rohdaten ist ersichtlich, wie viele unterschiedliche Werte vorkommen, welches der Maximal- und Minimalwert ist sowie welche Werte am häufigsten sind. Das Raster S1 besteht aus 1821 Zellen, die 107 verschiedene Werte zwischen 0 und 170 haben können. Die häufigsten Werte sind 42 und 52. Mit Hilfe dieser Tabellen wurden Histogramme (Abbildung 8) erstellt, in denen der Bereich der Werte in 17 Klassen mit einer Breite von 10 aufgeteilt wurde. Diese Häufigkeitsverteilungen geben eine klarere Sicht auf die Ergebnisse.

Tabelle 12: Wertetabelle des Rasters S1

Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl
0	18	46	34	71	2	95	14	125	1
6	5	47	2	72	20	96	22	126	7
8	33	48	24	73	1	98	10	128	16
10	1	49	1	74	13	100	25	129	5
14	6	50	71	75	4	103	2	131	1
16	42	52	100	76	16	104	30	132	7
18	7	53	1	78	18	105	1	133	1
20	3	54	23	79	1	106	18	134	1
22	18	55	2	80	10	108	5	136	1
24	29	56	30	81	1	109	3	137	10
26	49	57	1	82	22	110	1	138	1
28	68	58	49	83	1	111	1	140	1
30	19	59	3	84	31	112	28	145	4
31	1	60	4	85	1	113	1	146	8
32	58	61	1	86	10	114	10	147	1
34	83	62	27	87	4	115	1	154	2
36	62	63	1	88	15	116	1	158	1
38	10	64	34	89	6	117	4	162	6
40	28	66	55	90	24	118	1	170	11
42	139	67	10	91	1	120	60		
44	66	68	3	92	24	121	9		
45	2	70	35	94	4	122	2		

Zur Erinnerung sind die drei Raster der linken Kolonne für das Gesamtjahr, die Raster der rechten Kolonne für den Winter gültig. S1 und S4 wurden nur mit Habitatmodellen berechnet. S2-S6 wurden mit einer Kombination von HM und LE erstellt, dank dem berechneten Gewichtungssatz für S2 und S5 und dank einer Gewichtung von 0.5 für S3 und S6.

Alle sechs Raster haben eine ähnliche Verteilung mit Spitzenwerten zwischen 30 und 40 (S5), 40 und 50 (S1, S2, S3, S4) oder 50 und 60 (S6), wobei die Raster für das Gesamtjahr und S6 unformer sind. Die Auswahl von Gewichtungssatz scheint auf die Durchschnitte einzuwirken. Ohne die LE zu berücksichtigen sind die Durchschnitte von 60.61 für Ganzjahr und von 59.69 für Winter. Die Mittelwerte der zweiten Linie sind etwas tiefer, 52.37 für Ganzjahr und 51.83 für Winter. Die Gewichtungen von 0.5 haben je nach Saison unterschiedliche Wirkungen. S3 hat nämlich mit

49.77 den kleinsten Durchschnitt aller Raster, während der Durchschnitt von S6 (58.02) nur etwas kleiner ist als derjenige von S4

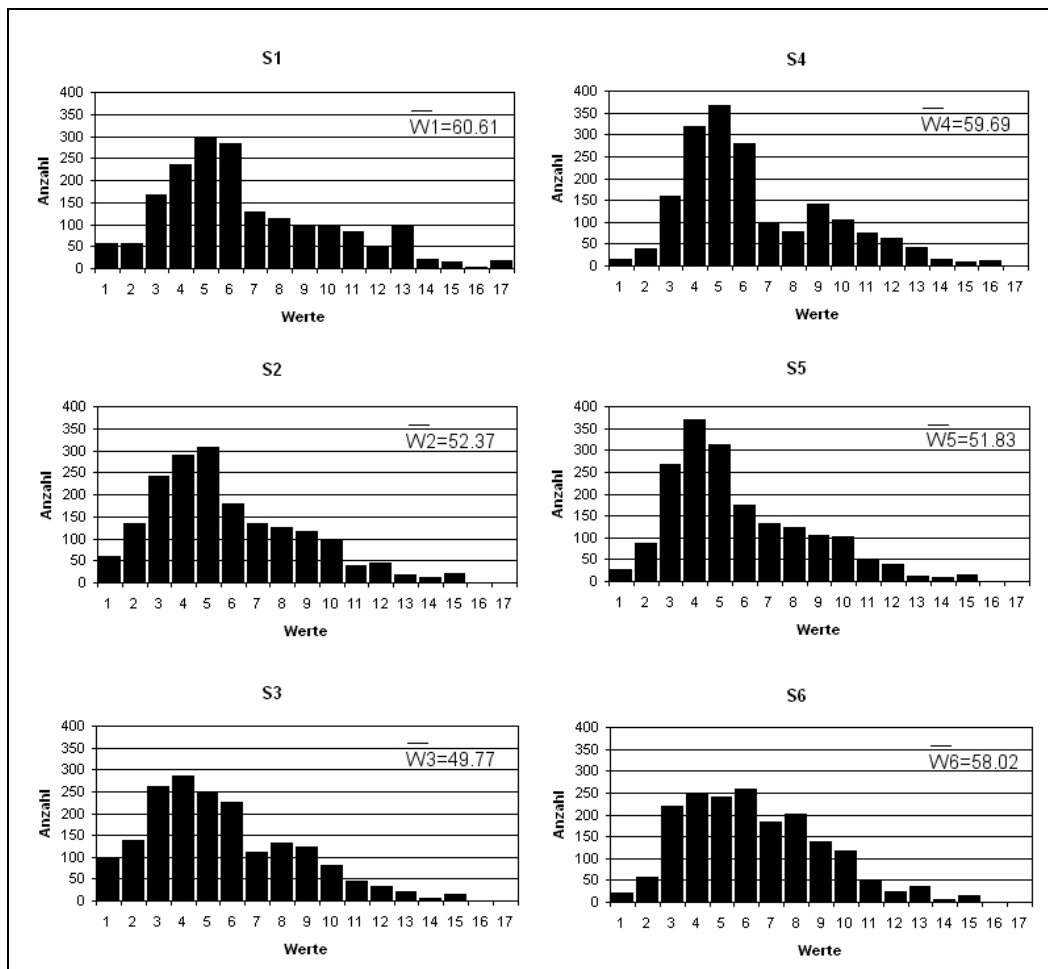


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Anzahl Zellen in Bezug zu ihren Störungsempfindlichkeitswerten und gewichtete Mittelwerte für die sechs Raster Störungsempfindlichkeit S1 bis S6.

6.1.1 Klassifizierung

Jedes erhaltene Raster besteht aus 1821 Zellen, die einen Wert zwischen 0 und 170 haben. Es macht keinen Sinn alle Werte, ungefähr 100 pro Raster, auf einer Karte zu zeigen, weil diese nicht lesbar wäre. Die Klassifizierung sollte die in der Wertefolge enthaltenen Informationen bestens aufzeigen (Béguin & Pumain 1994). Um übersichtlichere und gut interpretierbare Karten zu erstellen, werden die Werte in 5 Klassen eingeteilt, welche die Stufe der Störungsempfindlichkeit jeder Zelle repräsentieren. Sie sind in Abbildung 9 dargestellt. Damit die Karten vergleichbar sind, werden die Klassengrenzen für alle Raster gleich definiert, obwohl sie verschiedene Verteilungen haben.



Abbildung 9: Die fünf ausgewählten Klassen für die Störungsempfindlichkeit

Es existieren etliche Methoden zur Berechnung der Klassengrenzen, unter denen die üblichen automatisch mit ArcMap anwendbar sind. Da der Arbeitsplatz für GIS nur befristet zur Verfügung stand, wurde nicht auf alle Methoden näher eingegangen. Aus diesem Grund wurde versucht mit einer zeitsparenden Lösung eine gute Darstellung der Resultate zu finden. Dieses Verfahren ist jedoch nicht optimal, weil es subjektiv und nicht erneut anwendbar ist.

Die einfachste automatische Methode, die der gleiche Intervalle, wurde zuerst ausgewählt. Diese Klassifizierungsmethode ist einfach zu verstehen und anzuwenden. Die Länge der Wertefolge (hier 170) wird durch die Anzahl Klassen (5) geteilt. Das Ergebnis (34) definiert die Breite zwischen die Klassengrenzen, die sind:

- 1: 0-34;
- 2: 35-68;
- 3: 69-102;
- 4: 103-136;
- 5: 137-170.

Die Methode ist für die Raster S1-S6 wenig geeignet, weil sie die grossen Werte mindert. Wie auf der Abbildung 8 ersichtlich ist, haben nur wenige Zellen einen Wert der über 130/140 ist. Diese grossen Werte der Störungsempfindlichkeit sind aber wichtig, da sie Geländestücke in den Vordergrund bringen, die für die Tiere wichtig sind.

Die zweite genutzte Klassifizierungsmethode ist eine Kombination einer automatisierten Methode und einer persönlichen Einschätzung. Zuerst wurde die Methode der Quantile auf die sechs Raster angewendet. Diese Methode setzt die Klassengrenzen in der Art, dass es in jeder Klasse gleich viele Zellen gibt. Die Grenzen sind also für jedes Raster verschieden, was einen visuellen Kartenvergleich nicht ermöglicht. Deshalb wurden die Klassengrenzen leicht nach unten und für alle Raster auf das gleiche Niveau umgestellt. Gemäss den Empfehlungen von Béguin & Pumain (1994), richtete sich die Entscheidung nach ganzen Zahlen, die einfacher zu lesen und zu verstehen sind. Die ausgewählten Klassengrenzen sind 30, 50, 70 und 100. Sie haben auch den Vorteil, dass sie durch Beispiele erklärt werden können. Eine Zelle, die als guter Lebensraum für den Rothirsch bewertet wurde, ist in die Klasse 2 eingeteilt. Ein potentielles Habitat für eine der zwei höchstempfindlichen Arten, Auer- und Birkhuhn, befindet sich mindestens in der dritten Klasse.

- 1: 0-29;
- 2: 30-49;
- 3: 50-69;
- 4: 70-99;
- 5: 100-170.

Diese Methode der Klassifizierung ist besser geeignet und wurde für die Erstellung der Störungsempfindlichkeitskarten angewendet.

Die Nebeneinandersetzung der sechs Karten (Abbildung 10) ermöglicht einen guten Vergleich der verschiedenen Kombinationen. Für eine präzise Prüfung der Karten oder für die Lokalisierung gewisser Objekte im Gebiet sind die zwei Karten S2 (Ganzjahr) und S5 (Winter) im A3-Format im Anhang 9 bzw. im Anhang 10 zugänglich. Es muss beachten werden, dass obwohl die Zellen ausser dem Untersuchungsgebiet dargestellt sind, werden sie weder in der Tabelle 12 enthalten noch für die Klassifizierung berücksichtigt. Sie existieren jedoch, weil die Habitatsmodellen nicht ausschliesslich für die Schratzenfluh berechnet wurden. Es fehlen jedoch Angaben zu den Tierarten Steinadler, Birkhuhn, Schneehuhn und Murmeltier und diese Zellen sollten deshalb nicht weitergebraucht werden.

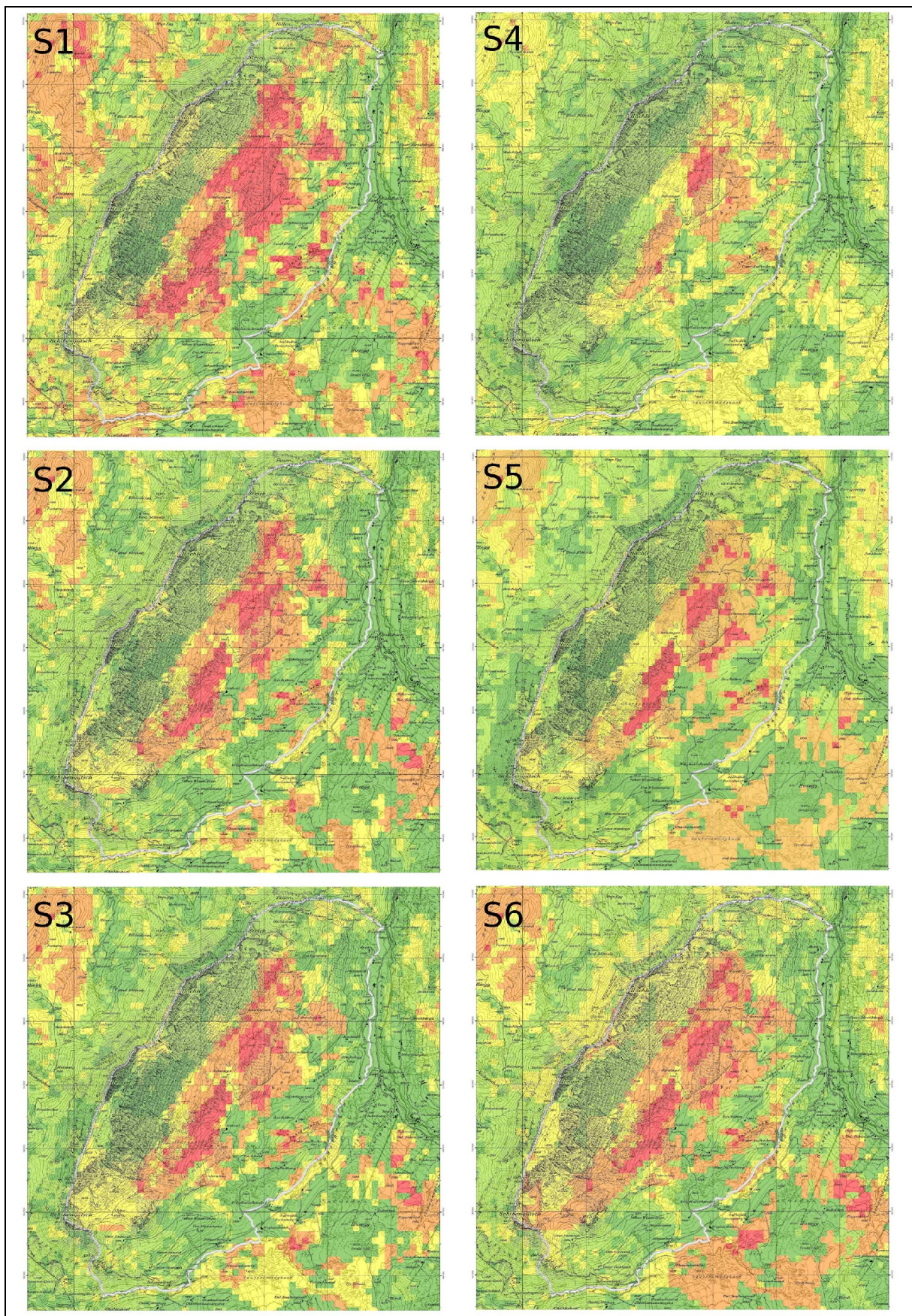


Abbildung 10: Gemeinsame Darstellung der sechs erhaltenen Karten für die Störungsempfindlichkeit. Die Raster wurden hier nach der geänderten Methode der Quantile klassifiziert. Die Farben gehen von dunkelgrün: sehr kleine Störungsempfindlichkeit bis rot: sehr hohe Störungsempfindlichkeit wie in Abbildung 9 gezeigt

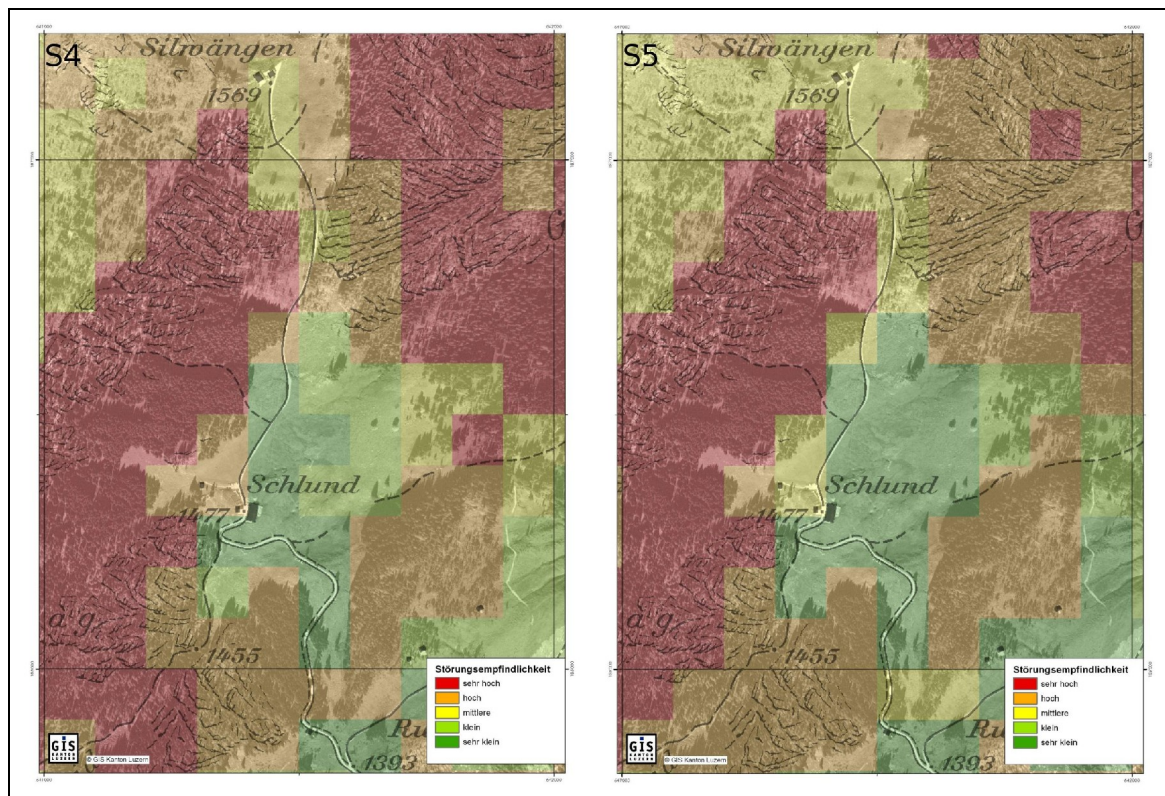


Abbildung 11: Ausschnitte der Raster S4 und S5 mit Luftbild als Kartengrundlage

Die Abbildung 11 zeigt auf Schlund und Silwängen zentrierte Grossbilder der Karten S4 und S5, zwei bekannte und vielbesuchte Orte der Schrattenfluh. Die ein Hektar ($10'000\text{m}^2$) grossen Zellen sind gut sichtbar und geben eine Vorstellung der Auflösung dieser und der nächsten Karten.

In einem Artikel um die Einrichtung eines räumlichen Entscheidungsunterstützungssystems fanden Geneletti *et al* (2007), dass eine Zellengrösse von 25 bis 50m eine gute Darstellung von Umweltprozessen auf der Landschaftsebene erlaubt. Sie schätzen, dass eine gröbere Auflösung eine für die Planung passende geographische Darstellung der Stellen von ökologischer Bedeutung erschwert. In unserem Fall ist jedoch die Zellengrösse von 100m die beste Auflösung, die mit den vorhandenen Grundlagendaten zu erreichen war. Die Zellen scheinen trotzdem den Grenzen zwischen Biotoptypen grob zu folgen. Auf diesen Ausschnitten ist zum Beispiel klar, dass der Wald, als höherwertiger Lebensraum der Alpentiere, eine grössere Empfindlichkeit als die offene Weide um Schlund aufweist. Wobei eine bessere Auflösung besser wäre, ist sie hier nicht notwendig, weil es sich um Tierarten handelt, deren Raumbedarf grösser als ein Hektar ist und die sich innerhalb einer Saison viel mehr als 100 Meter bewegen. Wenn die Analyse auch mit Floragrundlagen ausgeführt würde, wäre wegen ihrer ortsgebundenen Eigenschaften eine bessere Auflösung der Rasterdaten wünschbar.

6.2 Wirkungszone des Tourismus

Die Karten, die mit der Hilfe von Fluchtdistanzen berechnet wurden, sind hier nur dargestellt, um sich einen Überblick über die Wirkungszone des Sommer- und Wintertourismus zu schaffen (Abbildung 12). Sie sind aber nur Zwischenergebnisse, die der Berechnung des Konfliktpotentials dienen und für keinen anderen Zweck erstellt wurden. Es sollten deshalb keine Schlussfolgerungen aus diesen Karten gezogen werden. Sie sind im Anhang 11 (Sommertourismus) und im Anhang 12 (Wintertourismus) erhältlich.

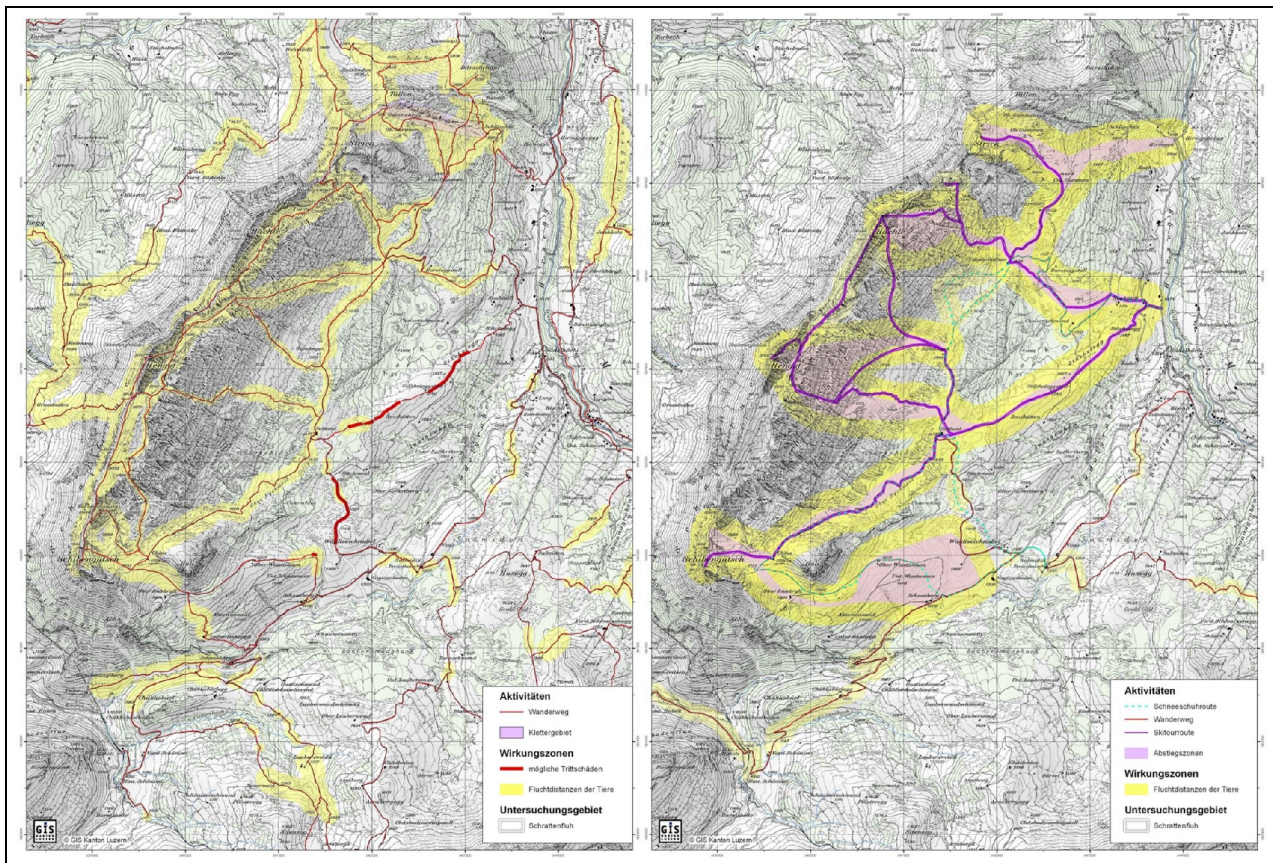


Abbildung 12: Wirkungszonen des Sommer- (links) und Wintertourismus (rechts)

6.3 Konfliktpotential

Die Karten, die das Konfliktpotential zwischen Tourismus und Tieren im Untersuchungsgebiet darstellen, sind ein Teil der wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit. Auf diesen Karten werden die Zellen in den Vordergrund gestellt, welche die grössten negativen Auswirkungen des Tourismus auf die Natur aufweisen. Die Abbildung 13 auf der Seite 34 (für den Sommer) und die Abbildung 14 auf der Seite 36 (für den Winter) zeigen diese Karten, die je nach touristischer Hauptsaison mit unterschiedlichen Daten erstellt wurden. Fünf Konfliktpotentialstufen wurden definiert: Dunkelgrün für ein kleines Konfliktpotential über Hellgrün, Gelb und Orange bis Rot für ein hohes Konfliktpotential.

Da das A3-Format als Grundlagen für eine Diskussion besser geeignet ist, sind die Karten im A3-Format im Anhang 13 für das Konfliktpotential im Sommer und im Anhang 14 für das Konfliktpotential im Winter erhältlich.

6.3.1 Konfliktpotential im Sommer

Die vier **Klettergebiete** scheinen keine Probleme zu verursachen. Sie sind alle in der Kategorie „klein“ oder „mittlere Tendenz klein“ eingeteilt. Dieses Ergebnis ist nicht sehr überraschend da in der Analyse nur ein Felsenbrüter, der Steinadler, berücksichtigt wurde und in seinem Brutgebiet nicht geklettert wurde. Das Adlerpaar gilt in seinem geortetem Untersuchungsgebiet, das Horstgebiet, als ungestört (*C. Rogenmoser*, mündliche Mitteilung). Dies wurde anhand der Resultate überprüft. **Weitere Belastungen, wie Trittschäden oder Schädigung der Felsenvegetation sind in den Klettergebiete möglich, aber es fehlen dazu noch spezielle Untersuchungen vor Ort um diese anerkennen zu können.**

Es ergeben sich keine grossen Konflikte, welche auf das **Wanderwegnetz** zurück zu führen wären. Im allgemeinen ist es in der Kategorie „mittlere Tendenz kleines Konfliktpotential“ eingeteilt. Wanderwege führen trotzdem teilweise durch Zonen, wo sie mehr Konflikte verursachen könnten. Zwei Teilstrecken sind in dieser Hinsicht besonders zu beachten und zwar Silwängen-Bodenhütten und der Anfang des direkten Weges Schlund-Hengst. Diese zwei Gebiete sind geeignete Habitate für das Auerhuhn, das Birkhuhn, die Gämse und den Rothirsch, und auch für das in der Analyse nicht berücksichtigte Haselhuhn. **Diese Wege, die durch für empfindliche Tiere wertvolle Lebensräume führen, sollten bei der Besucherlenkung besonders berücksichtigt werden.**

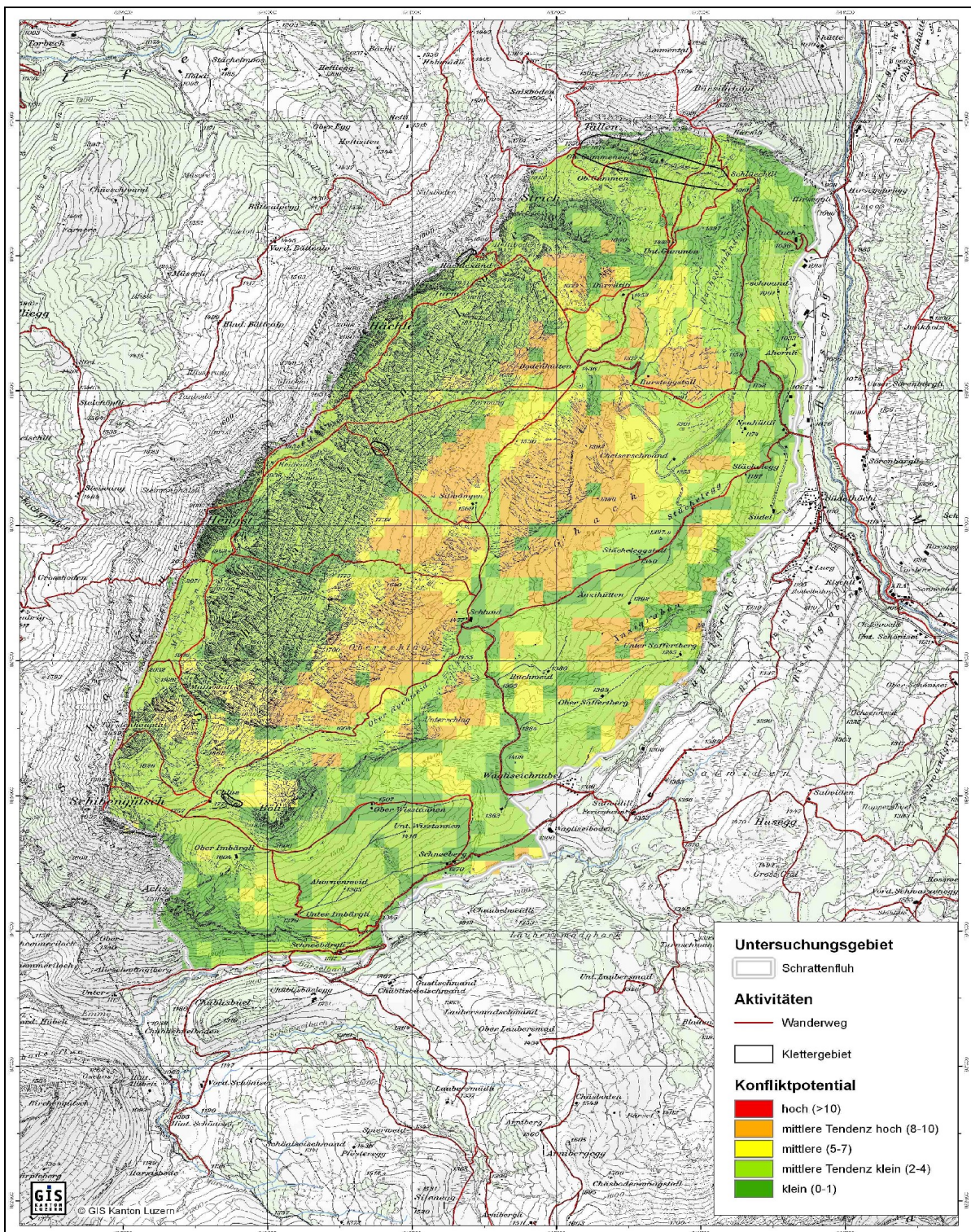


Abbildung 13: Karte für das Konfliktpotential im Sommer

Die Zonen, in denen das Potential für Konflikte zwischen Menschen und Tieren im Sommer am höchsten ist, befinden sich **abseits des offiziellen Wanderwegnetzes**. Eine grosse orange Zone befindet sich in der Mitte des Untersuchungsgebietes zwischen der Strasse Cheiserschwand-Bodenhütten, Richtung Silwängen bis Oberschlag. Diese Fläche, die als „mittlere Tendenz hoch“ bewertet ist, ist durch drei Korridore, in den Konflikte als weniger schlimm gelten, unterbrochen. Diese Korridore bilden die Wanderwegstrecken Schlund-Hengst, Silwängen-Heidenloch sowie Silwängen-Bodenhütten. Zusätzlich befinden sich im Ghack fünf Zellen in denen das Konfliktpotential klein ist, weil angenommen wurde, dass sie nicht von Pilz- und Beerensammler besichtigt werden. Kleinere Gebiete in denen empfindliche Tiere gestört werden können, sind auf der Karte verteilt. Die Flächen, die sich im Karrenfelder befinden, wurden im Sommer selten abseits der Wege begangen. **Das Ausmass der Störungen ist während der Brutzeit am grössten. Gezielte zeitliche Massnahmen, wie Weggebot im Mai-Juni oder Schonzeiten, können deshalb einige Konflikte vermindern.**

Zu beachten ist, dass die Strassen, die nicht als offizielle Wanderwege markiert sind, nicht in der Analyse berücksichtigt wurden, da die Mehrheit davon durch private Grundstücke führen oder vorrangig für forst- und landwirtschaftliche Arbeit benützt werden und deshalb kaum durch Lenkungsmaßnahmen betroffen sind. Auf der Karte der Abbildung 13, Richtung Schlund, ist eine Strasse, die als Wanderweg signalisiert ist, eingetragen. Trotz der Wanderweg-Signalisierung wird sie von Besuchern gerne befahren, da sie direkt zu Parkplätzen führt.

Es wäre von Vorteil, den Verkehr auf dieser Strasse soviel wie möglich zu beschränken. Zumindest **den Touristen sollte man die Zufahrt bis nach Schlund mit dem Wagen verbieten**. Es würde zur Verminderung der touristischen Nutzung der wertvollen Gebiete westlich von Schlund und um Silwängen herum, beitragen. Andere Angebote könnten den Leuten, die nicht viel laufen möchten, vorgeschlagen werden. Ein Pendelbus zusätzlich für die Sommersaison könnte zum Beispiel die Ausgangspunkte und Parkplätze Salwidili, Hirsegg, Rischli, möglicherweise auch Hirseggbrücke verbinden.

6.3.2 Konfliktpotential im Winter

Die höchsten Werte des Konfliktpotentials (>10) werden im Winter erreicht, in den Zonen die gleichzeitig wertvolle Wildtierlebensräume und von Skitourenfahrer beliebte **Abstiegszonen** sind. Mit 11 Hektar befindet sich westlich von Schlund die grösste Fläche mit hohem Konfliktpotential, die ausserdem noch mit orangen (mittleren Tendenz hohes Konfliktpotential) Zonen zusammenhängt. Die anderen gleich bewerteten Zellen kommen ebenfalls im Wald oder in der Kampfzone vor und sind geortet:

- Auf der Abfahrtsstrecke Bodenhütten – Hirsegg, zwischen Bodenhütten und Cheiserschwand, sowie südöstlich von Bursteggstall
- Direkt nach Dürrütli, links und rechts der Aufstiegsroute
- isolierte Zellen auf der Strecke Chlus – Schlund

Die Abstiegszone, die Unter Gummen mit dem Ausgangspunkt Hirseggbrücke verbindet, ist ebenfalls zu beachten, auch wenn sie einen kleineren Wert des Konfliktpotentials beinhaltet. Huftiere, die im Winter in zurückgelegenen Gebieten Ruhe finden, könnten durch wiederholte Störungsereignisse benachteiligt werden.

Diese Konflikte können dank **Flächenreduzierungen der Abstiegszonen** etwas eingeschränkt werden. Man muss den Tourengänger darauf aufmerksam machen, sich im Wald strikt an die vorhandenen Routen zu halten, ebenfalls und besonders beim Abstieg. Der SAC ermuntert die Wintersportler der „**Trichter-Regel**“ zu folgen, zum Beispiel hier in Meyer (2005):

„Denke dir einen Trichter: In den freien Berghängen weit oberhalb des Waldes kannst du am ehesten breit ausschwärmen, gegen den Bergwald zu solltest du die Route immer enger anlegen und im Bergwald selbst hältst du dich strikt an Wege und bestehende Routen. Vermeide wenn immer möglich längere Passagen entlang des oberen Waldgrenzebereiches.“

Im Untersuchungsgebiet könnten an den Eingangspunkte Informationen zur Empfindlichkeit der Tiere im Winter und zu der „Trichter-Regel“ gegeben werden. Die empfohlenen Routen und kritischen Zonen sollten wiederholt vor Ort gut signalisiert werden.

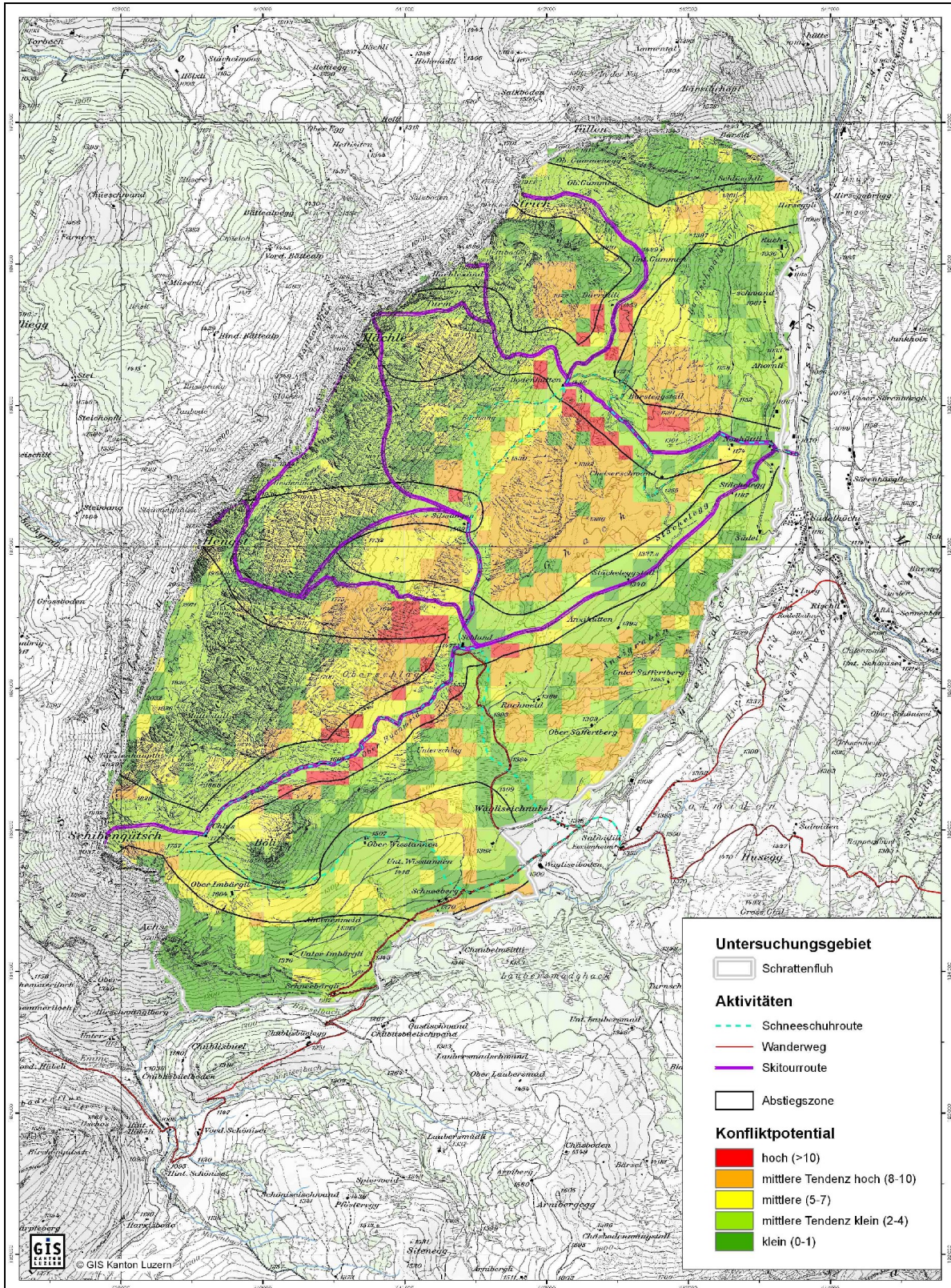


Abbildung 14: Karte für das Konfliktpotential im Winter

Die zwei präparierten **Winterwanderwege** werden hier als unproblematisch angesehen. Die **Schneeschnurtrails** stellen ebenfalls wenig Probleme dar, ausser zwei Teilstrecken, die durch in der mittleren Kategorie eingeteilte Gebiete führen. Die erste befindet sich etwa im Ober Ruchweid, auf der Strecke Schlund – Chlus und das zweite zwischen Silwängen und Bodenhütten. Wie B. Fläcklin (unpubl. Daten) vorschlägt, ist **die Ausarbeitung eines Markierungs- und Informationskonzeptes nötig**.

Südlich vom Schneeschnurtrailsabschnitt Silwängen-Bodenhütten wird das grosse Waldstück Ghack als ein sensibles Gebiet bewertet. Konflikte entstehen in diesem Fall wenn **Schneeschnurläufer** diese normalerweise touristenfreie Waldfläche durchstreifen. Die Tiere vermeiden die oft von Menschen begangenen Korridore und sind zusätzlich in ihren Rückzugsgebieten gestört. Das gleiche Problem wirkt potentiell auch in den folgenden kleineren Gebieten:

- Westlich vom Dürrutli, um dem Höhepunkt 1622 herum
- Das sich nach Süden erstreckende Gebiet südlich von UnterGummen
- Im Oberschlag
- Im Dreieck zwischen den Teilstrecken Schlund-Silwängen, Schlund-Hengst und Silwängen-Hengst.
- Zum Teil noch zwischen Ruchweid und Obersafterberg bis zum Änxigraben

Wiederholt müssen die Schneeschnurtrails auf ihrer gesamten Strecke sehr gut beschildert werden und hier ist ein Informationskonzept von erster Priorität. Zusätzlich sind diese Gebiete gute Zielflächen für die Einrichtung von Wildruhegebieten, in denen touristische Aktivitäten abseits der Wege verboten sind.

6.3.3 Kritik

Was diese Endkarten darstellen und was man aus ihnen heraus lesen kann hängt eng mit der Auflösung der Basisdaten und mit den Entscheidungen zusammen, die bei der Analyse getroffen werden. Die Schlussfolgerungen sollten deshalb kritisch angeschaut werden.

Die Flächen eines mittleren, Tendenz hohen Konfliktpotentials, sind ungefähr die gleichen im Winter wie im Sommer. Das Habitatmodell für den Rothirsch und die touristische Nutzung sind die einzigen Datengrundlagen, welche die Unterschiede zwischen Sommer und Winter berücksichtigen. Deshalb sind die Karten der Abbildung 13 und 14 grundsätzlich nicht sehr verschieden, obwohl gewisse Zonen anders bewertet wurden. Die Folgen von Störungsereignissen im Winter sind für die Wildtiere weniger erträglich. Wenn diese zu oft vorkommen, können sich die Überlebenschancen und der Fortpflanzungserfolg verringern. Für bedrohte Arten wie das Auerhuhn kann es besonders schlimm sein, da die Populationen schon klein sind.

Auf den Karten fehlen Angaben zum **Gleitschirmfliegen**, obwohl diese Sportaktivität mit Sicherheit im Gebiet stattfindet: manche fliegen von Startplatz Marbachegg ab und fliegen meist über den Schibengütsch, Richtung Sörenberg (B. Fläcklin, mündliche Mitteilung). Auf dem Forum Hiker.org erzählte Saebu¹, dass er vom Hengst Gleitschirme beobachten könne. Die folgenden Gründe rechtfertigen weshalb das Gleitschirmfliegen nicht berücksichtigt wurde:

Die Praxishilfe Hängegleiter – Wildtier – Wald (Weber & Schnidrig-Petrig 1997) gibt zahlreiche Auskünfte und Hinweise. Diese flächendeckende Sportaktivität wirkt negativ auf die Huftiere, die sich oberhalb der Waldgrenze aufhalten, das heisst für die Schratzenfluh hauptsächlich Gämsen. Im offenen Gelände sind die Wirkungszonen eines Gleitschirmes und dessen Einfluss gross: in sporadisch überflogenen Gebieten können Fluchtdistanzen von Gämsen 780m erreichen (Schnidrig-Petrig & Ingold 1995). Im Gegenteil reagieren die Huftiere im Wald und bis 50m

¹SAEBU (14.01.2008): *Tourenbericht Hengst (Schratzenflue) 2'092m*. [Online] URL: http://www.hiker.org/gallery/photo37602.html?post_id=5279#1 (Zugang 02.07.2008)

oberhalb der Waldgrenze in der Regel nicht. Da keine Angaben für die Verteilung und saisonale Unterschiede dieser Aktivität im Gebiet vorhanden sind, sollte das ganze offene Gelände im Untersuchungsgebiet als potentiell überflogen betrachtet werden. Und da der Wald „nur“ 35% des Untersuchungsgebietes deckt, ergäbe sich gemäss unserer Methode eine riesige Wirkungszone mit einem hohen Störpotential. Die Resultate ergäben verfälschte Karten, wo das Konfliktpotential aller anderen Aktivitäten oberhalb der Waldgrenze zugunsten von demjenigen des einzigen Gleitschirmfliegens gemindert würden.

Während der Brutzeit des Steinadlers (März-Juli) sollte man trotzdem das Fliegen mit Gleitschirmen um das Brutgebiet meiden (Weber & Schnidrig-Petric 1997; Leditznig & Leditznig 2001).

6.4 Erlebnispotential

Nach der Bestimmung der Zonen, die ein hohes Konfliktpotential tragen, und die einer besonderen Aufmerksamkeit bei der Erarbeitung einer Besucherlenkung bedarf, wurde versucht, die attraktiven Zonen zu definieren, die einer angebotsorientierten Besucherlenkung dienen können. Es ist schwer zu sagen, ohne das Gebiet sehr gut zu kennen, wo sich die positiven Punkte befinden. Doch wurde versucht, eine Synthese-Karte zu erstellen, die das vorhandene Wanderwegnetz mit der Hilfe von den zwei Kriterien Erlebnispotential und Störungsanfälligkeit bewertet. Die erhaltene Karte (Abbildung 15, Anhang 15) ermöglicht es, die für ein Erlebnisangebot geeigneten Teilstrecken des Wanderwegnetzes von denjenigen, die ungeeignet sind, zu unterscheiden.

Die Teilstrecken, die eine grosse Störung in einem Gebiet verursachen, sind mit der Ausnahme der Strecke Schlund-Chlus alle rund um Bodenhütten lokalisiert. Diese Wege führen durch die empfindlichsten Zonen des Untersuchungsgebietes und sollten so wenig wie möglich begangen werden. Dies könnte zum Teil durch eine gute Erschliessung der anderen Wegen, die weniger problematisch sind, erreicht werden. Für die übrigen Wanderer, da ein Wegverbot nicht erwünscht ist, sind Informationen vor Ort in diesem Fall sehr wichtig. Es sollte den Gästen unter anderem erklärt werden, warum sie ihre Hunde unbedingt an der Leine führen müssen, warum sie auf dem markierten Weg bleiben sollten oder warum sie sich so leise wie möglich verhalten sollten.

Im Gegenteil sind die auf der Karte grünen Teilstrecken am geeignetsten für einen touristischen Betrieb in der Kernzone der UBE. Diese Wege stellen am wenigsten Probleme für die Natur dar. Sie befinden sich meistens in den niedrigsten und den höchsten Geländestücke der Schrattenfluh. Falls diese grünen Strecken mit einer schwarzen Linie überdeckt sind, bieten sie den Besuchern einen besonderen Einblick in das Untersuchungsgebiet und können für eine angebotsorientierte Besucherlenkung vorrangig verwendet werden. Auch wenn sie durch weniger empfindliche Teile der Schrattenfluh durchführen, ist es wichtig, dass die Gäste ein rücksichtsvolles Verhalten zeigen.

Drei Gebiete tragen gelbe Wege, und zwar die für Gämse und Murmeltiere günstigen Gebiete gegen Schibengütsch/Türstenhüptli, die Karrenfelder zwischen Silwängen-Bodenhütten und Hengst, sowie ein kleines Dreieck zwischen Unter Gummen, Schlüechtli und Bärsili. Diese Teilstrecken können ebenfalls für die Besucherlenkung benutzt werden. Ein starker Wanderbetrieb ist jedoch für diese Zonen nicht wünschenswert.

Es wurde ein einziger Tierbeobachtungspunkt im Untersuchungsgebiet gefunden, und zwar für die Murmeltiere. Ein Punkt, der speziell geeignet ist, um diese Nagetiere zu beobachten, befindet sich vor der SAC-Hütte Chlus. Von dort hat man einen guten Ausblick auf das Einstandsgebiet, das sich Richtung Böli befindet. Die Abbildung 16 auf Seite 40 zeigt die Lage und das Einrichten dieses Punktes. Für die Huftiere wurden keine solche Beobachtungspunkte definiert, sondern Teilstrecken, wo die Wahrscheinlichkeit einer Beobachtung höher ist. Erlebnisse dieser Art können dem Gast nicht garantiert werden. Es ist jedoch möglich, ihnen Zonen anzuzeigen, in welchen eine grössere Beobachtungswahrscheinlichkeit zu erwarten ist.

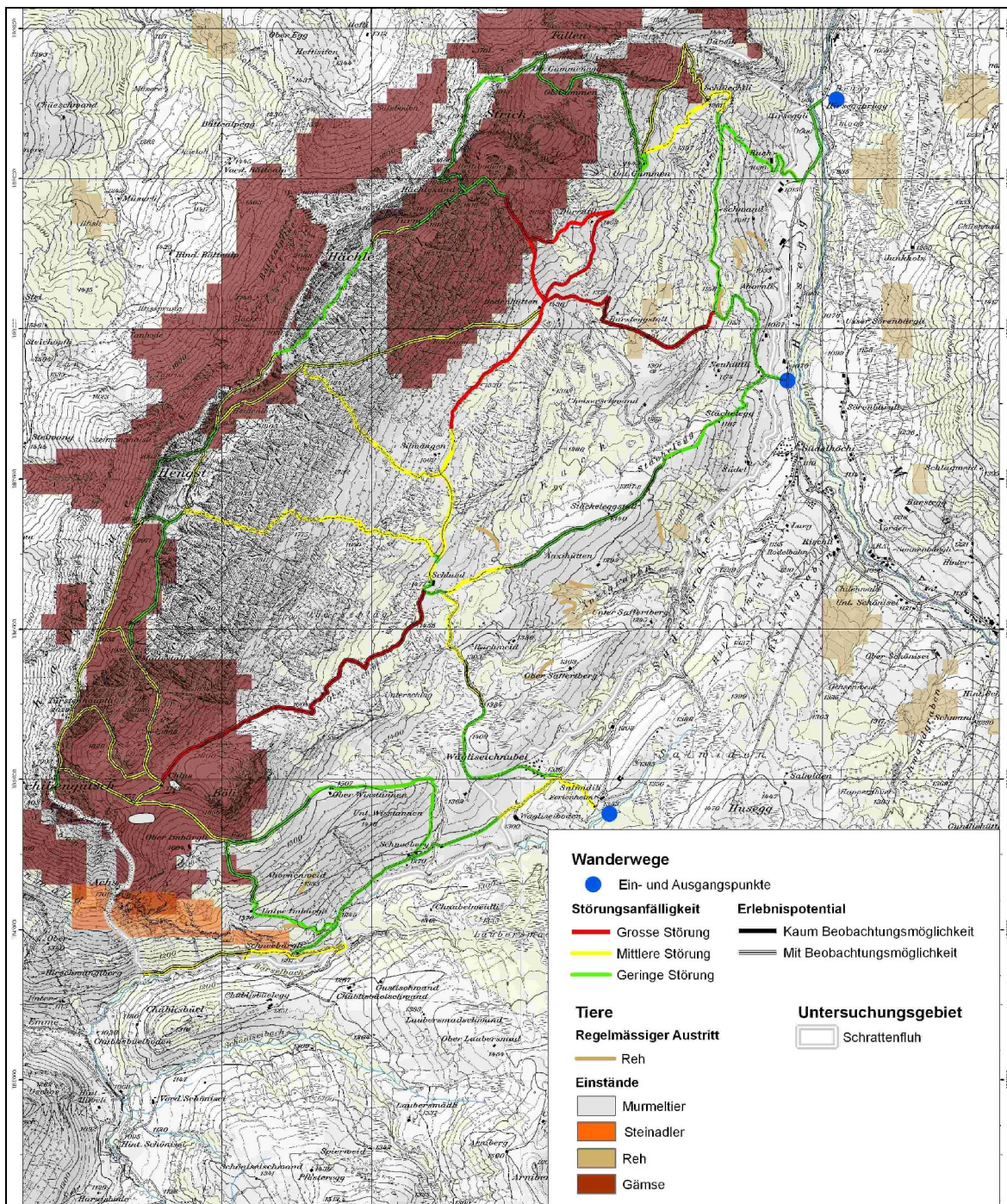


Abbildung 15: Zusammenfassende Karte für das Erlebnispotential der Sommerwanderwege und die Störungsanfälligkeit der durchgeführten Zonen

Die geschätzten häufigsten Einstandsgebiete der drei Huftiere haben sehr verschiedene Verteilungen. Die Gämse sind möglicherweise auf dem ganzen Grat im grossen Gebiet anzutreffen, wobei Rehe in kleineren Zonen des Waldes sich aufhalten. Diese sind während des Tages vor allem im Wald anzutreffen, wo sie sich ernähren. Sie äsen im offenen Gelände nach der Dämmerung und im Frühjahr (Blant 1995). Deshalb wurden die Angaben zu den Orten wo Rehe häufig aus dem Wald austreten, die in der Grundlage LE Pfister gefunden wurden, auf der Karte hinzugefügt. Sie sind als Punkte einer erhöhten Begegnungswahrscheinlichkeit markiert. Mit den vorhandenen Datengrundlagen war es nicht möglich, Gebiete oder Zonen in welchen der Rothirsch oft anzutreffen wäre, zu identifizieren. Im Grunde ist es sehr schwer, Rothirsche im Untersuchungsgebiet anzutreffen oder zu beobachten, andererseits reichen die Grundlagen allein

nicht aus um die für den Rothirsch positiven Zonen zu definieren. Wobei letzteres eher zutrifft: Um die positiven Orte zu lokalisieren ist eine gute Gebietskenntnis von grossem Nutzen.

Ausser diesen Beobachtungsmöglichkeiten besitzt das Gebiet ein hohes Erlebnispotential, das nicht auf der Karte gezeigt wurde. Die Durchquerung der abwechslungsreichen Biotoptypen der Schrattefluh ist etwas besonderes: Moore in den Gebieten Wagliseischnubel und Stächelegg, Trockenstandorte rund um Wisstannen, Nadelwald und Kampfzone im unteren Teil, Karrenfelder und bizarre Kalkformen im oberen Teil des Untersuchungsgebietes, grüne und fette Wiesen in Matten. Die Aussichtspunkte auf dem Grat sind wichtige attraktive Punkte, die in den Vordergrund gestellt werden können. Bei schönem Wetter ist das Panorama vom Schibengütsch auf die Berner Alpen von besonderer Schönheit. Grundverschieden sind die Landschaften des Mittellandes nach Westen. Für den Vogelliebhaber sowie für den Botaniker ist das ganze Untersuchungsgebiet ein verwunderlicher Beobachtungsposten.

Es besteht keine Möglichkeit, einen Rundgang nur auf den grünen Wegen zu machen. Mit der im Anhang 15 erhältlichen Karte können jedoch zahlreiche Varianten, die abenteuerlich sind und keine rote Wege benutzen, gefunden und diskutiert werden. Diese Wanderungen sollten bei den Touristen gefördert werden, sei es in Prospekten, als Informationen an den Eingangspunkten oder bei einer Lenkung mittels Plakaten vor Ort.



Abbildung 16: Guter Punkt (rot, vor der SAC Hütte Chlus im Vordergrund) für die Beobachtung von Murmeltieren (kommen in dem schwarzen Oval, links Böli, vor). (Eigene Darstellung)

Die Karte zum Erlebnispotential und zur Störungsanfälligkeit gibt Auskünfte, die zum Teil mit Vorsicht angenommen werden müssen, weil sie nur die Empfindlichkeit der Tiere berücksichtigen. Massnahmen um die roten Teilstrecken zu entlasten sollten aufgestellt werden, weil keine Übertreibung während der Analyse erfolgte. Was die grünen Wege angeht ist hingegen keine Sicherheit gewährleistet und gewisse Teile des Wanderwegnetzes könnten trotzdem für die Vegetation oder für andere Tierarten gezielte Probleme stellen. Sie können möglicherweise während der Diskussion zwischen die Akteure und der Planung erkannt und entsprechende Lösungen gefunden werden. Die Resultate können trotzdem als eine gute erste Einschätzung der verschiedenen Sensibilitäten angesehen werden, und falls gute Massnahmen für ein respektvolles und ein gesamtes Lenkkonzept genommen werden, könnte sich schon die heutige Situation ohne gesamte Lenkung verbessern.

7 Schlussfolgerungen

Ein naturerlebnisorientierter Tourismus braucht logischerweise eine gesunde Natur um authentische Erlebnisse den Touristen anzubieten. Ein authentisches Naturerlebnis hilft, dass die Leute den Naturschutz besser verstehen. Je besser die Leute Naturschutz verstehen, desto rücksichtsvoller ihr Verhalten. Je rücksichtsvoller das Verhalten, desto wilder kann das Gebiet bleiben. Und je wilder das Gebiet, desto höherwertig ist das Naturerlebnis.

Die UBE, als „Wilder Westen von Luzern“, umfasst eine Vielzahl von Naturgütern, die den Besucher begeistern können. Um eine nachhaltige Tourismusnutzung dieser Natur zu schaffen, wird eine neue Besucherlenkung geplant. Sie ist als eine gute Lösung für das Zusammenleben von Mensch und Tier vorgesehen, weil sie den Zugang zu der Kernzonen und der wertvolleren Gebiete nicht verbietet, sondern durch vorsichtige Wegeföhrung und ein gezieltes Informationskonzept die Besucher auf die attraktiven Wege halten kann (Altmoos 1997).

Im Rahmen der regionalen Arbeitsgruppe „Wildruhezonen und Besucherlenkung“ suchen die Vertreter aller Interessengruppen (Kantonale und Gemeindebehörede, Tourismus, Wissenschaft, Jagd, Forst- und Landwirtschaft) nach Kompromissen um gute Lösungen für die endgültige Besucherlenkungsplanung zu finden. Die vorliegende Masterarbeit hat Karten produziert, welche sich auf eine wissenschaftliche Basis stützende Hinweise zu problematischen sowie attraktiven Zonen geben.

Acht Tierarten wurden als Anzeiger der gesamten Störungsempfindlichkeit der Tierwelt im Untersuchungsgebiet ausgewählt. Dank ihrer besonderen Empfindlichkeit gegenüber Störungen von Menschen haben sie erlaubt, die sensibelsten Zonen auf der Schratzenfluh zu bestimmen. Als sensibelste Zonen habe ich jene Wälder festgelegt, die Lebensraum für die Raufusshühner sind. Hauptsächlich sollten sie nicht in der ersten Linie einem Erlebnisangebot dienen. Weitere mittlere empfindliche Zonen befinden sich im Gebiet Böli-Schibengütsch-Türstenhäuptli und Schlüechtli, die sehr gute Habitatsignungswerte für die Gämse und das Schneehuhn, bzw. die Gämse und den Rothirsch besitzen. Auf diese Zonen sollte allgemein geachtet werden. Die vorhandenen Grundlagendaten wiesen zu wenige Angaben zur unterschiedlichen Habitatnutzung der Tiere zwischen Sommer und Winter auf, um gut differenzierte Karten zu erstellen. Die zwei Karten zur Störungsempfindlichkeit Ganzjahr und Winter sollten deshalb mit Vorsicht gebraucht und nicht miteinander verglichen werden. Für die Praxis ist die Karte Ganzjahr (Anhang 9) besser geeignet.

Keine der Karten stellt jedoch dar, welche tatsächlichen Konflikte zwischen dem Tourismus und den Wildtieren im Gebiet existieren. Eine Vereinigung der ersten Karten mit den Angaben zur Ausdehnung des touristischen Sommer- und Winterbetriebs wurde ausgestellt, um die möglichen Konflikte herauszufinden. Diese Karten geben Hinweise auf die Zonen, wo Konflikte schon heute existieren, und wo Schutzmassnahmen von Vorteil wären. Die von Skitourenfahrern benutzten Abfahrtszonen verursachen die stärksten Konflikte im Gebiet. Sie decken nämlich grosse Flächen, und dies auch im Wald. Falls es zu Begegnungen mit Tieren kommt, sind die Auswirkungen einer eventuellen Flucht auf den Energieverbrauch während dieser heiklen Saison des Winters besonders wichtig. Dasselbe gilt für Schneeschuhlaufen abseits Wegen. Das Fehlen von Angaben zu deren Verteilung gibt den Eindruck, dass die Konfliktzonen riesig sind. In der Realität werden gewisse Gebiete vielleicht nie begangen. Um Massnahmen an gezielten Orten und für ein gezieltes Publikum (Informationskonzept und Lenkung) einzurichten, sind weitere Angaben erforderlich. Was noch fehlte sind Angaben zur zeitlichen Nutzung des Untersuchungsgebietes. In den früheren Morgenstunden und den späteren Abendstunden sind die Wildtiere aktiver und das Auftreten einer Störung wirkt deshalb stärker zu diesen Zeiten (Volk *et al.* 1995). Sie sollten deshalb vermieden werden.

Die für den Sommer zusammenfassende Karte Erlebnispotential und Störungsanfälligkeit (Anhang 15) dient der Bezeichnung der Wege, die für eine Besucherlenkung geeignet sind. Zahlreiche Möglichkeiten existieren, die Besucher auf gewisse erlebnisvolle Wege zu lenken, die so wenig

Konflikte wie möglich verursachen. Sie lässt also eine ausreichende Freiheit für die Diskussion und Auswahl der finalen Lösung bei der Arbeitsgruppe.

Da ich kein Fall-Beispiel gefunden habe, dessen ganze Methode gefolgt werden konnte, musste ich über ein vernünftigen Verfahren nachdenken. Völlig neu ist jedoch die Methode dieser Masterarbeit selbstverständlich nicht! Gewisse Teile lassen sich von in der Literatur gefundenen Methoden oder Vorgehensweise inspirieren (z.B. Suchant & Schäfer 2002; Moder & Hellmuth 2002), wobei sich andere ganz auf eine Studie stützen (Störungsempfindlichkeit nach Mosler-Berger 1994). Hilfreiche Ideen zum Umgang mit den Daten wurden in Unterlagen, die sich mit „*Multicriteria decision analysis*“ beschäftigen, gefunden (Eastman *et al.* 1998; Geneletti *et al.* 2007; Geneletti & van Duren 2008; Malczewski 1999). Eine Methode für die Verwendung der vorhandenen Daten konnte also so ausgearbeitet werden, die sich einerseits so viel wie möglich auf die Literatur stützt und andererseits an die Bedingungen und der Datengrundlagen angepasst ist.

Es wurde auf viele Probleme bei der Erstellung der Karten gestossen, sei es der Daten- oder Zeitmangel, schlechte Auflösung von Daten oder schwierige Entscheidungen in den Zweifelsfällen. Zum Teil wurden gute Lösungen gefunden, und falls nicht wurde auf die Probleme hingewiesen oder Verbesserungen vorgeschlagen. Trotz meiner Bemühungen, genau und objektiv zu bleiben, sind die Karten beeinflusst von den bei der Erstellungsprozess getroffenen Entscheidungen. Die Klassifizierung ist ein gutes Beispiel: Wäre eine leicht versetzte Klassifizierung angewendet worden, hätte die Situation der Störungsempfindlichkeit und demzufolge auch des Konfliktpotentials im Gebiet kritischer oder unkritischer aussehen können. Ausserdem hat die Sensibilitätsanalyse bei der Erstellung der Karten zur Störungsempfindlichkeit gezeigt, wie stark die Resultate von der Auswahl eines Gewichtungssets hängen.

Die Ergebnisse der Arbeit können dennoch als befriedigend betrachtet werden, weil die ausgearbeitete Methode eine gute Übersicht über die Sensibilität im Gebiet, eine Anerkennung der Konflikte und eine Formulierung von Hinweisen ermöglichte. Und dies auf klaren Karten, die nach wissenschaftlichen Kriterien erstellt wurden. Das Ziel der Arbeit, die negative und positive Zonen im Untersuchungsgebiet zu identifizieren, ist erreicht. In Verbindung mit der Erfahrung und der Kenntnisse der Mitglieder der Arbeitsgruppe sollten die Resultaten erlauben, dass ein gutes Konzept für einen nachhaltigen Tourismus auf der Schrattenfluh entworfen wird. Zusätzlich sind die verschiedenen Schritte der Bewertung ebenfalls für andere Teile der Biosphäre anwendbar. Ausser den Befragungen, die sehr ortsspezifische Grundlagendaten repräsentieren, sind die Habitatmodelle, LE Pfister und ID Vogelwarte für die ganze Fläche der Biosphäre erhältlich. Je nach Gebiet kommen andere Tierarten vor und die Auswahl der berücksichtigten Arten muss angepasst werden. Die Methode kann trotzdem mit den entsprechenden Anpassungen angewandt werden.

Eine Felduntersuchung über die tatsächlichen Einflüsse der Freizeitaktivitäten auf die Tier- und Pflanzenwelt der Schrattenfluh wäre noch von Vorteil, da alle hier erhaltenen Resultate im Büro berechnet wurden. Etliche Fragen bleiben ohne Antwort und als Schlusswort gebe ich einige Beispiele, die ganzen Arbeiten dienen könnten, oder mit einer Erfolgskontrolle der Besucherlenkung vereinigt werden könnten. Wieviele Schneeschuhläufer laufen abseits von den Trails, wo und warum? Ist die Flora der Felswände durch Kletterbetriebe beeinträchtigt? Wie sieht der Flugbetrieb über die Schrattenfluh aus und wie wirkt er auf die Tiere, insbesondere die Gämse und den Steinadler aus? Wird eine Gewöhnung der Tiere an die Gäste durch die Besucherlenkung ermöglicht und inwieweit erhöhen sich die Beobachtungsmöglichkeiten?

Literaturverzeichnis

- ARLETTAZ, R., PATTHEY, P., BALTIC, M., LEU, T., SCHAUB, M., PALME, R. & JENNI-EIERMANN, S. (2007): *Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife*. Proceedings of the Royal Society B 274, 1219-1224.
- ALTMOOS, M. (1997): Ziele und Handlungsrahmen für regionalen zoologischen Artenschutz - Modellregion Biosphärenreservat Rhön. HGON, Echzell.
- BÉGUIN, M. & PUMAIN, D. (1994): *La représentation des données géographiques: Statistique et cartographie*. Armand Colin, Paris.
- BERNASCONI, A., PERRENOUD, A. & SCHNEIDER, O. (2001): *Praxishilfe Auerhuhn und Haselhuhn: ihr Schutz in der regionalen Waldplanung*. Vollzug Umwelt, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BILL, R. & ZEHNER, M.L. (2001): *Lexikon der Geoinformatik*. Wichmann, Heidelberg.
- BLANKENHORN, H.-J., ROBIN, K. & NIGG, H. (2002): *Luchs und Tourismus: Analyse und Richtlinien der Operativen Projektleitung des Projektes LUNO*. [Online] URL: <<http://cie.org/Docs/Education%20and%20process/LUNO%20Lynx%20and%20tourism.pdf>>. (Zugang 04.08.2008)
- BLANT, M. (1995): *Capreolus capreolus*. In: HAUSSER, J. (Hrsg): *Säugetiere der Schweiz: Verbreitung, Biologie, Ökologie*. Birkhäuser, Basel, 443-449.
- BLATTNER, M. & PERRENOUD, A. (2001): *Haselhuhn und Waldbewirtschaftung*. Vollzug Umwelt. BUWAL, Bern.
- BLUMSTEIN, D.T., ANTHONY, L.L., HARCOURT, R. & ROSS, G. (2003): *Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait?* Biological Conservation 110, 97-100.
- BLUMSTEIN, D.T., FERNANDEZ-JURICIC, E., ZOLLNER, P.A. & GARITY S.C. (2005): *Inter-specific variation in avian responses to human disturbance*. Journal of Applied Ecology 42, 943-953.
- COOPER, W. E. J. & FREDERICK, W.G. (2007): *Optimal flight initiation distance*. Journal of Theoretical Biology 244, 59-67.
- COULIN, D. (2007): *Schneesuh – Tourenführer Zentralschweiz: vom Briener- zum Zürichsee*. SAC-Verlag, Bern.
- DE BOER, H.Y., VAN BREUKELLEN, L., HOOTSMANS, M.J.M. & VAN WIEREN, S.E. (2004): *Flight distance in roe deer Capreolus capreolus and fellow deer Dama dama as related to hunting and other factors*. Wildlife Biology 10, 35-41.
- DÖRING, R. (1990): *Der Einfluss menschlicher Störungen auf das Verteilungsmuster des Verbisses durch Rotwild*. In: MYRBERGET, S. (Hrsg.): *Transactions of the 19th Congress of the International Union of Game Biologists*. NINA, Trondheim, 411-413.
- EASTMAN, J.R., JIANG, H. & TOLEDANO, J. (1998): *Multi-criteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS*. In: BEINAT, E. & NIJKAMP, P. (Eds.). *Multicriteria Analysis for Land- Use Management*. Kluwer, Dordrecht, 227-251.
- EDI (Hrsg.) (1977): *Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN)*. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.
- EYHOLZER, R. (2006): *Potentielle Rothirscheinstände im Kanton Luzern*. Wildark, Bern.
- FRID, A. & DILL, L. (2002): *Human-caused Disturbance Stimuli as a Form of Predation Risk*. Conservation Ecology 6(1):11. [Online] URL: <<http://www.consecol.org/vol6/iss1/art11>>. (Zugang 03.07.2008)
- GANDER, H. & INGOLD, P. (1997): *Reactions of male alpine chamois Rupicapra r. rupicapra to hikers, joggers and mountainbikers*. Biological Conservation 79, 107-109.

- GENELETTI, D. & VAN DUREN, I. (2008): *Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation*. Landscape and Urban Planning 85, 97-110.
- GENELETTI, D., BAGLI, S., NAPOLITANO, P. & PISTOCCHI, A. (2007): *Spatial decision support for strategic environmental assessment of land use plans. A case study in southern Italy*. Environmental Impact Assessment Review 27, 408-423.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (Hsrg) (1977): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas; Band 7(2)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- GOKHELASHVILI, R., GAVASHELISHVILI, A., JAVAKHISHVILI, Z. & AZNIASHVILI, L. (2002): *Tourism Infrastructure Planning in Tusheti National Park of Georgia*. In: ARNBERGER, A., BRANDENBURG, C. & MUHAR, A. (Eds.): *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. Conference Proceedings, Vienna, 74-77.
- GOLAY, F. (10.2007): *Cours Géoinformation. Représentation numérique*. Laboratoire de Système d'Information Géographique, EPFL, Lausanne.
- GRAF, R. F. (2003): *Erstellung von Karten mit dem potenziellen Auerhuhnlebensraum in der Schweiz*. Schlussbericht zum Auftrag der Schweizerischen Vogelwarte an die Eidgenössische Forschungsanstalt WSL.
- GRAF, R.F., BÄCHTIGER, M., SCHERRER, D. & ROBIN, K. (2008): *Lebensraumanalyse und Entwicklung der Schalenwildbestände im Kanton Schwyz*. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Fachstellen Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA und Bodenökologie, Bericht für die Dienststelle Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz.
- HAMR, J. (1988): *Disturbance behaviour of Chamois in an alpine tourist area of Austria*. Mountain Research and Development 8(1), 65-73.
- HOLZGANG, O. & MUGGLI, J. (2005): *Marder im Kanton Luzern. Verbreitung, Biologie, Schutz, Konflikte, Jagd*. Dienststelle Landwirtschaft und Wald, Abt. Fischerei und Jagd, Luzern.
- INGOLD, P. (2005): *Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere. Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier – mit einem Ratgeber für die Praxis*. Haupt, Bern.
- INGOLD, P., SCHNIDRIG-PETRIG, R., MARBACHER, H., PFISTER, U. & ZELLER, R. (1996): *Tourismus / Freizeitsport und Wildtiere im Schweizer Alpenraum – Kurzbericht Flugobjekte, Wanderer, Mountainbiker*. Schriftenreihe Umwelt Nr. 262, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- KLEYER, M., KRATZ, R., LUTZE, G. & SCHRÖDER, B. (1999/2000): *Habitatmodelle für Tierarten: Entwicklung, Methoden und Perspektiven für die Anwendung*. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 8 (4), 177-194.
- KNIGHT, R. L. & COLE, D. N. (1995): *Factors that influence wildlife responses to recreationists*. In: KNIGHT, R.L. & GUTZWILLER, K.J. (Hrsg.): *Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research*. Island Press, Washington DC, 71-79.
- KNIGHT, R.L. & TEMPLE, S.A (1995): *Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management*. In: KNIGHT, R.L. & GUTZWILLER, K.J. (Hrsg.): *Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research*. Island Press, Washington DC, 327-333.
- KOBELT, M. (2004): *Reactions of alpine chamois *Rupicapra rup. rupicapra* to human voices*. Diplomarbeit Univ. Bern. Aus INGOLD, P. (2005): *Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere. Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier – mit einem Ratgeber für die Praxis*. Haupt, Bern.
- LAMPRECHT, L. & STAMM, H.-P. (2002): *Sport zwischen Kultur, Kult und Kommerz*. Seismo, Zürich.
- LEDITZNIG, C. & LEDITZNIG, W. (2001): *Großvögel im Special Protection Area Ötscher-Dürrenstein*. In: Kraus, E. (Hrsg.): *LIFE-Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein, Forschungsbericht: Ergebnisse der Begleitforschung 1997-2001*. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Naturschutz, St.Pölten, 83-115.

- LOUIS, S. & LE BERRE, M. (2000): *Ajustement des distances de fuites à l'homme chez Marmota marmota*. Canadian Journal of Zoology 78, 556-563.
- MAININI, B., NEUHAUS, P. & INGOLD, P. (1993): *Behaviour of marmots Marmota marmota under the influence of different hiking activities*. Biological Conservation 64, 161-164.
- MALCZEWSKI, J. (1999): *GIS and multicriteria decision analysis*. Wiley & Sons, New-York.
- MAUR, W. Auf der (2002): *Alpine Skitouren Zentralschweiz – Tessin*. SAC-Verlag, Bern.
- MEBS, T. & SCHERZINGER, W. (2000): *Die Eulen Europas: Biologie, Kennzeichen, Bestände*. Kosmos, Stuttgart.
- MEYER, J. (2005): *Bergsport und Schutz der Alpentiere*. in: GILLIÉRON, J. & MOREROD, C. (Hrsgs): *Tiere der Alpen: Die Wirbeltiere*. SAC-Verlag, Bern, 34-39.
- MODER, F. & HELLMUTH, E. (2002): *Objectives and Basis of Management of Visitors Flows in the Biosphere Reserve Vessertal/Thuringia Germany*. In: ARNBERGER, A., BRANDENBURG, C. & MUHAR, A. (Eds.): *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. Conference Proceedings, Vienna, 346-352.
- MOSLER-BERGER, C. (1994): *Störung von Wildtieren. Umfrageergebnisse und Literaturlauswertung*. Umwelt-Materialien Nr.16: Wildtiere, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- PETRAK, M. (1996): *Der Mensch als Störgrösse in der Umwelt des Rothirsches (Cervus elaphus L. 1758)*. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 42, 180-194.
- PFISTER, H.P., HEYNEN, D. & MOLLET, P. (2000): *Biosphärenreservat Entlebuch – Wildtierlebensräume*. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PICKETT, S.T.A. & WHITE, P.S. (1985): *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Orlando Florida.
- ROBIN, K., LIENHARD, A., NUFER, A. & ERNSTE, H. (2000): *Neubewertung der Jagdreviere im Kanton St. Gallen für die Pachtperiode 2000-2008*. Eine Studie im Auftrag des Finanzdepartements des Kantons St. Gallen, Büro habitat, Uznach.
- SACHOT, S., PERRIN, N. & NEET, C. (2003): *Winter habitat selection by two sympatric forest grouse in western Switzerland: implications for conservation*. Biological Conservation 112, 373-382.
- SCHNIDER, T. (2005): « Vorwärts leben! ». *Journal 2005, Schön wild, der Westen von Luzern*. Biosphärenmanagement, Schüpfheim, S.4.
- SCHNIDRIG-PETRIG, R. & INGOLD, P. (1995): *Auswirkungen des Gleitschirmfliegens auf Verhalten, Raumnutzung und Kondition von Gemsen Rupicapra rupicapra in den Schweizer Alpen: Übersicht über eine dreijährige Feldstudie*. Ornithologischer Beobachter 92, 237-240.
- SCHWEIZER ALPEN-CLUB SAC (2008): *SAC-Schwierigkeitsbewertung von Schneeschuhtouren*. [Online] URL: (Zugang 05.06.08)
<http://www.sac-cas.ch/fileadmin/pdf/Skalen/Schneeschuhtourenskala_08_SAC.pdf>.
- STORCH, I. (compiled and edited by) (2007): *Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and World Pheasant Association, Fordingbridge, UK.
- SUCHANT, R. & SCHÄFER, A. (2002): *Integrating Tourism and Grouse Habitat Protection in the Black Forest*. In: ARNBERGER, A., BRANDENBURG, C. & MUHAR, A. (Eds.): *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. Conference Proceedings, Vienna, 95-101.
- TARLOW, E.M. & BLUMSTEIN, D.T. (2007): *Evaluating methods to quantify anthropogenic stressors on wild animals*. Applied Animal Behaviour Science 102, 429-451.
- THIEL, D., MENONI, E., BRENOT, J.-F. & JENNI, L. (2007): *Effects of Recreation and Hunting on Flushing Distance of Capercaillie*. Journal of Wildlife Management 71(6), 1784-1792.

- THIEL, D., JENNI-EIERMANN, S. & JENNI, L. (2008): *Der Einfluss von Freizeitaktivitäten auf das Fluchtverhalten, die Raumnutzung und die Stressphysiologie des Auerhuhns Tetrao urogallus*. Der Ornithologische Beobachter 105(1), 85-96.
- UBE (Hrsg.) (2007): *Die UNESCO Biosphäre Entlebuch Schweiz: Auf dem Weg zur Modellregion für nachhaltiges Leben und Wirtschaften*. Biosphärenmanagement, Schüpfheim.
- UBE & SCHNIDER, T. (Hrsg.) (2008): « Sörenberg Flühli – Das touristische Zentrum der UBE ». *Journal 2008*. Biosphärenmanagement, Schüpfheim, S.4.
- UNESCO (Hrsg.) (1996): *Biosphärenreservate. Die Sevilla-Strategie und die Internationalen Leitlinien für das Weltnetz*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- UNESCO (2002): *Biosphere reserves: Special places for people and nature*. UNESCO, Paris.
- VOLK, H., SUCHANT, R., ROTH, R. & WOSSIDLO, R. (1995): *Die Integration von Wintersport, Erholung und Naturschutz im Wald*. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 187.
- WEBER, D. & SCHNIDRIG-PETRIG, R. (1997): *Praxishilfe Hängegleiten - Wildtiere - Wald. Anleitung zum Erkennen, Bewerten und Lösen von Konflikten*. Vollzug Umwelt, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Internetseiten

- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, BfN (2008). *NaturSportInfo*.
[Online] URL: <www.natursportinfo.ch>. (Zugänge 04-05.2008)
- GLOBAL TRAIL (2008): *Schratten-Trails Nr.1 und Nr.2*.
[Online] URL: <www.globaltrail.net/de/schneeschuhtouren/luzern.html>. (Zugang 12.05.2008)
- HIKR.ORG (2008): *Tourenbericht Website*. [Online] URL: <www.hikr.org>. (Zugänge 07.2008)
- KANTON LUZERN: RAUMENTWICKLUNG, WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG UND GEOINFORMATION (2008): *Geoinformation und Vermessung: Geoportal*. [Online] URL: <www.rawi.lu.ch/index/geoinformation/geoportal.htm>. (Zugänge 05.2008)
- UNESCO (2008): *People, Diversity and Ecology: Biosphere Reserves*.
[Online] URL: <www.unesco.org/mab/BRs.shtml>. (Zugang 19.08.2008)
- UNESCO BIOSPHÄRE ENTELBUCH KANTON LUZERN (2006):
[Online] URL: <www.biosphaere.ch>. (Zugänge 03-08.2008)

Abkürzungsverzeichnis

- BAFU: Bundesamt für Umwelt
- BE: Befragung
- BLN: Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
- BUWAL: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. BAFU seit 2006
- EDI: Eidgenössisches Departement des Innern
- GIS: Geographisches Informationssystem
- HM: Habitatmodell
- ID: Informationsdienst
- lawa: Dienststelle Landwirtschaft und Wald des Kantons Luzern
- LE: Lebensraum
- NHG: Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966.
- rawi: Dienststelle Raumentwicklung, Wirtschaftsförderung und Geoinformation des Kantons Luzern
- SAC: Schweizer Alpen Club
- UBE: UNESCO Biosphäre Entlebuch
- VEJ: Verordnung über die eidgenössischen Jagdbanngebiete vom 30. September 1991.

Anhang

Anhang 1: UNESCO Biosphären Entlebuch – Zonierung und Untersuchungsgebiet

Anhang 2: Schrattenfluh – Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Anhang 3: Bundesinventare – Landschaften und eidg. Jagdbanngebiet

Anhang 4: Bundesinventare – Moore von nationaler Bedeutung und Trockenstandorte

Anhang 5: Anthropogene Nutzungen – Landwirtschaft und Militär

Anhang 6: Anthropogene Nutzungen – Sommertourismus

Anhang 7: Anthropogene Nutzungen – Wintertourismus

Anhang 8: Werttabellen der Raster „Störungsempfindlichkeit“ S2-S6

S2

Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl
0	17	32	30	55	14	80	3	105	7
4	5	33	26	56	2	81	2	106	1
5	32	34	37	57	1	82	20	107	6
9	5	35	43	58	21	83	9	110	2
11	40	36	41	59	14	84	12	111	19
12	1	37	37	60	11	85	24	112	1
14	1	38	25	61	31	86	4	114	1
15	18	39	13	62	6	87	25	115	1
16	24	40	15	64	31	88	2	116	5
17	1	41	15	65	8	89	15	118	12
18	27	42	47	66	12	90	7	119	3
19	22	43	47	67	1	91	1	122	7
20	1	44	90	68	23	93	22	123	1
21	26	45	3	69	11	94	11	124	9
22	22	46	7	71	5	95	1	125	1
23	37	47	15	72	10	96	1	126	1
25	49	48	42	73	30	97	6	130	5
26	24	49	26	74	12	98	4	132	8
27	7	50	18	75	3	99	46	140	2
28	22	51	7	76	16	100	2	143	6
29	55	52	5	77	1	101	4	149	13
30	11	53	21	78	24	103	1		
31	26	54	77	79	24	104	17		

S3

Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl
0	17	32	17	55	45	80	23	103	7
3	5	33	13	56	2	81	1	104	2
4	32	34	47	58	45	82	25	105	1
8	5	35	47	59	19	83	18	108	20
9	40	36	10	60	4	84	4	109	1
12	1	37	30	62	9	85	12	110	1
13	18	38	13	63	39	86	4	112	10
14	24	39	50	64	10	87	25	115	7
15	27	40	43	65	15	88	9	117	4
16	23	41	14	66	5	89	1	118	4
18	19	42	28	67	13	90	3	119	7
19	27	43	27	68	6	91	1	120	1
20	37	44	14	69	10	92	42	122	1
21	21	45	73	70	28	93	4	123	5
22	10	46	18	71	5	94	1	127	8
24	60	47	12	72	17	95	3	128	5
25	55	48	14	73	2	96	16	134	1
26	7	49	4	74	22	97	1	137	6
27	15	50	48	75	24	98	5	140	1
28	16	51	10	76	2	99	4	142	11
29	40	52	6	77	21	100	5	148	2
30	49	53	17	78	9	101	1		
31	11	54	33	79	2	102	7		

S4

Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl
0	7	42	146	72	15	96	2	125	12
6	7	44	86	73	12	97	1	126	14
8	1	46	5	74	22	98	32	130	3
10	1	48	77	75	3	99	3	133	5
12	2	50	54	76	11	100	32	134	8
14	11	52	110	78	10	101	1	138	1
16	4	54	4	80	6	102	1	141	1
18	10	56	63	81	6	105	1	142	2
20	11	57	1	82	41	106	29	150	7
22	13	58	64	83	13	107	1	158	12
24	18	59	1	84	30	108	32		
26	52	60	38	86	2	109	10		
28	71	62	12	88	5	114	42		
30	5	64	29	89	6	116	11		
32	61	65	5	90	38	117	8		
34	106	66	35	91	5	118	1		
36	65	67	4	92	27	120	1		
38	7	68	6	94	2	122	13		
40	81	70	6	95	1	124	1		

S5

Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl
0	7	31	26	53	3	77	3	101	9
4	7	32	21	54	72	78	28	102	6
8	2	33	80	55	25	79	24	104	3
9	10	34	38	56	6	80	4	105	1
11	3	35	32	58	15	81	2	106	13
12	3	36	38	59	1	82	1	108	1
14	9	37	26	60	36	83	25	110	10
15	13	38	40	61	30	84	18	111	3
16	5	39	58	62	7	85	30	112	1
17	1	40	66	64	8	86	4	115	5
18	30	41	18	65	16	88	1	116	5
19	22	42	43	66	16	89	21	118	14
20	1	43	27	67	1	90	38	121	1
21	12	44	89	68	11	91	4	122	5
22	21	45	4	69	8	93	1	123	7
23	53	46	5	70	1	94	33	135	8
25	51	47	6	71	3	95	8	140	12
26	22	48	49	72	23	96	8	141	2
27	8	49	5	73	33	97	2		
28	52	50	33	74	1	98	8		
29	48	51	10	75	3	99	1		
30	10	52	9	76	5	100	14		

S6

Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl	Wert	Anzahl
3	11	31	3	52	14	73	41	100	2
7	4	32	67	53	38	74	26	101	4
8	5	33	28	54	26	75	13	102	10
10	2	34	11	55	10	76	2	103	12
12	11	36	3	56	9	77	49	106	1
13	4	37	72	57	41	78	32	107	3
14	2	38	38	58	49	80	8	108	20
15	4	39	17	59	31	82	46	112	14
16	14	40	2	60	17	83	17	117	5
18	4	41	8	62	13	84	3	118	6
19	15	42	70	63	28	86	1	121	1
20	26	43	22	64	37	87	55	122	15
21	6	44	27	65	8	88	7	123	5
22	30	45	7	66	2	91	2	127	9
24	40	46	33	67	19	92	60	128	5
25	33	47	9	68	28	93	11	137	7
26	1	48	46	69	32	96	31	142	12
27	45	49	17	70	14	97	1	143	1
28	38	50	31	71	3	98	10	148	2
30	12	51	11	72	21	99	3		

Anhang 9: Störungsempfindlichkeit, klassifiziert per Quantil – Ganzjahr (S2)

Anhang 10: Störungsempfindlichkeit, klassifiziert per Quantil – Winter (S5)

Anhang 11: Wirkungszonen – Wirkungszonen des Sommertourismus

Anhang 12: Wirkungszonen – Wirkungszonen des Wintertourismus

Anhang 13: Konfliktpotential – Sommer

Anhang 14: Konfliktpotential – Winter

Anhang 15: Sommerwanderwege – Störungsanfälligkeit und Erlebnispotential