



Hochgebirgs-
Naturpark
Zillertaler Alpen



**Das Alpenschneehuhn (*Lagopus muta helvetica*) im
Hochgebirgs – Naturpark Zillertaler Alpen:
saisonales Auftreten und Habitatnutzung in der
Frühjahrs-, Sommer- und Herbstperiode**

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

MSc Ökologie und Biodiversität

an der Fakultät für Biologie der

Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

von

Franziska Fieg, BSc

betreut durch

Univ.-Lektor Mag. Dr. Reinhard Lentner

Juli 2020

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich den angegebenen Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Magister-/Master-/Diplomarbeit/Dissertation eingereicht.

Datum

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die mich bei der Planung und Umsetzung dieser Arbeit unterstützt haben.

Ein großer Dank geht an Reinhard Lentner, welcher mich von der Ausarbeitung des Themas, über die Durchführung der Feldarbeit und Auswertung der Daten bis hin zum Verfassen der Arbeit betreut hat.

Weiters bedanke ich mich bei Julia Seeber für die Hilfe bei den statistischen Auswertungen meiner Daten.

Ganz besonders möchte ich mich beim Team des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen bedanken, welches diese Arbeit erst ermöglicht hat. Danke für die Chance, bei diesem Praktikum so viele neue Erfahrungen zu sammeln und auf diese Weise die Feldarbeit meiner Masterarbeit durchzuführen. Danke Willi Seifert, Katharina Weiskopf und Karin Bauer für die finanzielle Unterstützung durch den Naturpark sowie eure Tipps und Ratschläge. Vor allem ein großes Dankeschön gilt Frederick Manck, der mich sowohl bei der Planung als auch bei der Durchführung der Kartierungen tatkräftig unterstützt hat. Danke an Johannes Ruedl, meinen Praktikumskollegen beim Naturpark, der mir bei der Kartierung behilflich war.

Bedanken möchte ich mich auch besonders bei Mathias Raggl. Danke, dass du im Zuge deiner Bachelorarbeit bereit warst, mich beim Großteil der Kartierungen zu unterstützen und immer mit so großem Engagement dabei warst.

Zusätzlich möchte ich mich bei meinen Studienkollegen Anselm Fried, Nina Feistmantl, Ramona Steixner und Teresa Zeni bedanken, die im Sommer 2019 Kartierungen im Karwendel durchgeführt haben und mir deshalb Informationen und Hilfestellungen geben konnten.

Schlussendlich gilt ein großer Dank meiner Familie und meinen Freunden, die mich teilweise auch bei Kartierungen unterstützt haben und in diesem stressigen Sommer sehr viel Verständnis gezeigt haben.

Zusammenfassung

Im Sommer 2019 wurden Untersuchungen zum Auftreten und zur Habitatnutzung von Alpenschneehühnern (*Lagopus muta helvetica*) im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen durchgeführt. In drei Durchgängen wurden neun repräsentative Untersuchungsflächen innerhalb der Naturparkregion kartiert, um Unterschiede der Habitatnutzung vom Spätfrühjahr bis zum Herbst zu detektieren. Die Spätfrühjahrskartierung fand im Juli statt, die Sommerkartierung im August und die Herbstkartierung wurde in den Monaten September und Oktober durchgeführt.

Über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg wurden insgesamt 221 Nachweise von Alpenschneehühnern und anderen Hühnerarten (Steinhuhn *Alectoris graeca*, Birkhuhn *Tetrao tetrix*) erbracht. Am häufigsten wurden Nachweise bei/ unter/ auf Felsen gefunden, während der Herbstkartierung lagen vor allem Losungen ebenso häufig auf Schneefeldern. Die meisten Nachweise von Alpenschneehühnern konnten innerhalb des Lebensraumtypus „Rasenfragmente“ verzeichnet werden und lagen in mittleren Bereichen von Hanglagen. Verglichen mit der Verfügbarkeit im gesamten Untersuchungsgebiet hielten sich Alpenschneehühner bevorzugt in höheren (2400 – 2600 m), westexponierten Lagen auf, welche mit spärlicher Vegetation bedeckt waren oder Felsflächen ohne Vegetation enthielten. Extensiv genutzte Almflächen und alpiner Rasen wurden weniger genutzt, ebenso wie steilere Bereiche mit einer Neigung von über 20°, wohingegen Neigungen von 10 – 20° bevorzugt wurden. Alpenschneehühner suchten im Sommer und Herbst höhere Lagen auf als im Spätfrühjahr, südexponierte Hänge wurden im Sommer gemieden. Die Präferenz für Flächen mit spärlicher Vegetation verstärkte sich über Sommer und Herbst, während extensiv genutzte Almflächen immer seltener aufgesucht wurden.

Obwohl innerhalb des Naturparks in den Sommermonaten sehr viel gewandert wird, konnte weder eine Meidung noch eine Präferenz von Wanderwegen durch Alpenschneehühner festgestellt werden.

Abstract

In summer 2019 presence and habitate use of the alpine rock ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) have been studied within the High Alps Nature Park Zillertaler Alps. Nine representativ study areas were mapped three times in order to investigate changes of habitate use from spring to autumn. Late spring mapping took place in July, summer mapping in August and autumn investigations were made in September and October.

Throughout the entire period, rock ptarmigan and other grouse species (rock partridge *Alectoris graeca*, black grouse *Tetrao tetrix*) could be evidenced 221 times. Most evidence was made at/ under/ on rocks and in autumn just as much droppings of rock ptarmigan were found on snow. Most rock ptarmigan could be proofed on grass patches and in the middle third of slopes. Compared to the availability in the whole study area, rock ptarmigan chose higher (2400 – 2600 m), west exposed positions with sparse vegetation or rocks without vegetation. Extensively used mountain pastures and alpine meadows, as well as slopes steeper than 20° were used less, whereas slopes between 10 and 20° were preferred. In summer and autumn, rock ptarmigan were found in higher altitudes and south exposed slopes were avoided in summer. The usage of areas with sparse vegetation increased over the investigation period, while extensively used mountain pastures were used even less.

Although hiking in the nature park region is very popular in summer, neither avoidance nor preference of hiking trails from rock ptarmigan could be determined.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	6
1.1. Information zur Vogelart	8
1.2. Derzeitiger Wissensstand über das Alpenschneehuhn in Tirol	16
1.3. Fragestellung	16
2. Material und Methoden	17
2.1. Information zum Untersuchungsgebiet	17
2.2. Auswahl der Probestandorte	20
2.3. Kartierung.....	29
2.4. Auswertung und Statistik	32
2.4.1. Analyse der Aufnahmeprotokolle	32
2.4.2. Daten der Schleifenlinientaxierung.....	33
2.4.3. Vergleich der von Alpenschneehühnern genutzten Parameter mit der Verfügbarkeit im gesamten Untersuchungsgebiet	35
2.4.4. Einfluss von Wanderwegen	36
2.4.5. Auswertung der singenden Hähne am Morgen	36
3. Ergebnisse	37
3.1. Analyse der Aufnahmeprotokolle	37
3.1.1. Nachweise allgemein.....	37
3.1.2. Nachgewiesene Hühnerarten.....	42
3.1.3. Nachweisart.....	43
3.1.4. Nachweisort.....	45
3.1.5. Lebensraumtyp.....	47
3.1.6. Relief.....	49
3.1.7. Schneebedeckung.....	51
3.2. Vergleich frischer und alter Nachweise.....	53
3.2.1. Nachweisort.....	53
3.2.2. Lebensraumtyp.....	54
3.3. Daten der Schleifenlinientaxierung.....	55
3.4. Vergleich der von Alpenschneehühnern genutzten Parameter mit der Verfügbarkeit im gesamten Untersuchungsgebiet	58
3.4.1. Meereshöhe	58
3.4.2. Exposition	60
3.4.3. Steilheit.....	62
3.4.4. Landnutzung	64
3.4.5. Schneebedeckung.....	66
3.5. Einfluss von Wanderwegen	68

3.6. Daten der singenden Hähne am Morgen	69
4. Diskussion.....	72
4.1. Fehlerquellen.....	82
5. Fazit	83
6. Literaturverzeichnis.....	85
7. Abbildungsverzeichnis.....	90
8. Tabellenverzeichnis	94
9. Abkürzungsverzeichnis	96
10. Anhang.....	97

1. Einleitung

Tirol ist bekannt als das Land der Berge. Im Herzen der Alpen bietet die Tiroler Bergwelt eine großartige Vielfalt an Pflanzen und Tieren. In teilweise unberührten Landschaften können auch seltene Tierarten, wie beispielsweise der Alpensalamander oder der Steinadler, geeignete Lebensräume finden. Für den Menschen bieten die Berge einen wichtigen Erholungsraum, um dem stressigen Alltag zu entfliehen. Immer mehr touristische Einrichtungen, wie etwa Skigebiete oder Wanderwege, werden in hohen Gebietslagen erschlossen. Für die Flora und Fauna bedeutet dies häufig einen Verlust von Lebensraum und somit eine Bedrohung.

Ein typischer Vertreter der Bergwelt ist das Alpenschneehuhn (*Lagopus muta helvetica*), welches ganzjährig in den Alpen oberhalb der Baumgrenze lebt (Pernollet et al. 2015) und eine Leitart für dieses spezielle Ökosystem darstellt (Zohmann et al. 2013).

Das Alpenschneehuhn und andere alpine Arten werden zunehmend auch durch den Klimawandel bedroht (Storch 2007). Im Vergleich zum vorindustriellen Niveau haben menschliche Aktivitäten eine globale Erwärmung von 0,8 – 1,2 °C verursacht (IPCC 2019), wobei Bergregionen von klimatischen Veränderungen am stärksten betroffen sind (Beniston et al. 1997). Aufgrund ihrer speziellen Anpassungen an die klimatischen Bedingungen hoher Lagen reagieren alpine Arten besonders empfindlich gegenüber Veränderungen ihrer Umwelt (Furrer et al. 2016).

Untersuchungen aus der Schweiz (Pernollet et al. 2015) haben ergeben, dass das Alpenschneehuhn in den letzten Jahrzehnten in höhere Lagen gewandert ist, höchstwahrscheinlich aufgrund der durch den Klimawandel bedingten steigenden Waldgrenze und Wiederaufforstungen von ehemals unbewaldeten Flächen.

Laut der roten Liste der gefährdeten Brutvögel Österreichs (Dvorak et al. 2017) ist das Alpenschneehuhn als nicht gefährdet (LC) einzustufen. In der „Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten“ (Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union 2009), wird das Alpenschneehuhn im Anhang I angeführt. Für diese Arten sind in den einzelnen EU-Staaten spezielle Schutzgebiete (SPA: Special Protection Area) einzurichten. Es handelt sich beim Alpenschneehuhn also um eine charakteristische Art, da sie aufgrund ihrer speziellen Anpassung an das Hochgebirge besonders der Gefahr des Habitatverlusts durch den Klimawandel und den Tourismus ausgesetzt ist (Nopp-Mayr und Zohmann 2008).

Zur Erhaltung der Tiroler Bergwelt als Lebensraum vieler Tier- und Pflanzenarten und um Wildvogelarten wie das Alpenschneehuhn nachhaltig zu schützen, ist es nötig, deren Habitatsprüche genau zu untersuchen und die aktuelle Situation für ein zukünftiges Monitoring zu erfassen.

Diese Masterarbeit erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen und der Abteilung Umweltschutz des Landes Tirol. Die Ergebnisse sollen in allererster Linie einen Überblick über das Alpenschneehuhn-Vorkommen und dessen Anwesenheit im Spätfrühjahr, Sommer und Herbst im Gebiet des Hochgebirgs-Naturparks liefern. Weiters soll eine Strukturanalyse wichtige Informationen dazu geben, welche Standorte von Alpenschneehühnern bevorzugt werden. Obwohl das Alpenschneehuhn in Österreich als nicht gefährdet gilt (Dvorak et al. 2017), ist diese Art aufgrund der enormen Anpassung an das Hochgebirge sehr empfindlich und störungsanfällig und bietet sich als Bioindikator für Veränderungen der Hochgebirgs-Lebensräume an. Werden die Tiere von Wanderern oder Tourengern aufgeschreckt, kostet die Flucht sehr viel Energie. Vor allem im Winter, wenn die Nahrung knapp wird, kann das einige Individuen stark schwächen. (Zeitler und Glänzer 1998 zit. nach Storch 2007)

Aus diesem Grund sind die Daten dieser Arbeit sehr wichtig für die Besucherlenkung im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen. Dies betrifft vor allem die Ausweisung und Beschilderung von Skitourenrouten sowie das An- bzw. Verlegen von Wanderwegen.

Eine weitere Bedrohung des Alpenschneehuhns stellt der Habitatverlust dar. Aufgrund des Klimawandels und der Auflassung von Weidegebieten verschiebt sich die Waldgrenze in den Alpen nach oben. Die Untersuchungsgebiete sind deshalb auch als Dauerbeobachtungsflächen für das Monitoring des Alpenschneehuhns für den Zentralalpenraum in Nordtirol interessant. Das Land Tirol führt ein langfristiges Raufußhühnermonitoring in vier Referenzgebieten in Nord- und Osttirol durch, in welchem schwerpunktmäßig Auerhühner (*Tetrao urogallus*) und Birkhühner (*Tetrao tetrix*) untersucht werden (Lentner 2019). Die Informationen dieser Arbeit stellen eine wichtige Ergänzung für Alpenschneehühner dar, welche einen Vergleich mit Untersuchungen in Innsbruck erlauben. Dort wurden an der Nordkette im Jahr 2019 Kartierungen des Alpenschneehuhns durchgeführt. Die Untersuchungsflächen im Zillertal bieten sich entsprechend als zukünftige Monitoring-Flächen in den Zentralalpen an.

1.1. Information zur Vogelart

Das Alpenschneehuhn (*Lagopus muta*) lebt in arktischen und alpinen Tundren Nordamerikas und Eurasiens. Mit dem nördlichsten Vorkommen in Grönland (83° N) und der südlichen Verbreitungsgrenze bei 42° N in den Pyrenäen weist das Alpenschneehuhn hinsichtlich der geographischen Breite das ausgedehnteste Verbreitungsgebiet aller Raufußhühner auf (Storch 2007). Aufgrund der zersplitterten Verbreitung entstanden zahlreiche Unterarten, wie *L. m. helvetica*, welches im europäischen Alpenraum vorkommt. Dort hält es sich dauerhaft über der Baumgrenze auf und ist perfekt an das kalte Klima angepasst (Pernollet et al. 2015). Alpenschneehühner sind monogam und leben während der Brutzeit in Paaren. Der Legebeginn findet in Mitteleuropa von Mitte Juni bis Juli statt (Bauer et al. 2005), den Herbst und Winter verbringen die Tiere häufig in Gruppen (Furrer et al. 2016).

Mit einem Gewicht von 400 – 600 g und einer Flügelspannweite von 54 – 60 cm zählt diese Art zu den kleineren Vertretern der Raufußhühner (Schweizerische Vogelwarte). Alpenschneehühner leben auf offenen, felsdurchsetzten Hängen mit spärlicher Vegetation und ernähren sich von Blättern, Blüten, Knospen, Trieben, Samen und Beeren eines weiten Pflanzenspektrums, wie beispielsweise der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) oder verschiedener Kräuter (Bertermann et al. 1998; BirdLife International 2016). Eine Ausnahme bilden die Jungtiere, welche in den ersten paar Lebenswochen hauptsächlich Insekten und andere Wirbellose fressen, erst danach wird die Ernährung auf herbivor umgestellt (Hannon und Martin 2006).

Obwohl Zwergsträucher also eine wichtige Rolle im Nahrungsangebot der Alpenschneehühner bilden (Peer 2005), sind diese Vögel nur selten in reinen Zwergstrauchheiden zu finden (Zohmann und Wöss 2008). Nopp-Mayr und Zohmann (2008) konnten die höchsten Siedlungsdichten in jenen Bereichen beobachten, wo eine heterogene Mischung von Felsanteilen und Latschenflächen vorlag. Alpenschneehühner brauchen ungleichmäßige, lückenhafte Habitate, welche viele Mikroklimata auf geringem Raum bieten.

Vor allem an heißen Sommertagen halten sich Alpenschneehühner an windgeschützten, aber kühleren Orten auf, welche gleichzeitig sowohl Nahrung als auch Schutz vor zu großer Hitze und Räubern bieten. Häufig positionieren sich diese Raufußhühner in Mulden, welche in mindestens zwei Richtungen geschlossen und hangaufwärts orientiert sind. Damit sind sie für

Räuber weitestgehend nicht sichtbar. Zusätzlich könnte die windgeschützte Lage die Verbreitung des eigenen Geruchs vermindern und somit die Wahrscheinlichkeit senken, von Landräubern entdeckt zu werden. (Visinoni et al. 2015)

Es wird also immer ein Kompromiss aus Deckung, Überblick und Nahrungsangebot geschlossen. In Grenzzonen zwischen Blockfeldern und Vegetation finden Alpenschneehühner das perfekte Verhältnis von Deckung und Nahrung vor. Mitten im Blockfeld gibt es bessere Möglichkeiten, vor Räubern und harschen Witterungsbedingungen Schutz zu suchen, allerdings mangelt es an Nahrung. Außerhalb des Blockfeldes herrscht ein weitaus größeres Nahrungsangebot, es fehlen jedoch Deckungsmöglichkeiten. (Bergmann und Engländer 1996) Auch Felsflächen mit vereinzelter Vegetation und Geröllflächen mit Vegetationsfragmenten bieten den Alpenschneehühnern Deckungsmöglichkeiten, ein breites Nahrungsangebot und einen guten Überblick auf geringem Raum (Favaron et al. 2006), wodurch der Energieverlust im Fall einer Flucht vor Räubern oder schlechten Witterungsbedingungen möglichst gering gehalten wird (Schweiger et al. 2012). Der Anteil an Felsflächen spielt für die Eignung von Schneehuhnhabitaten eine sehr wichtige Rolle und kann vor allem in Mittelgebirgen einen limitierenden Faktor darstellen, wenn Randzonen und Unterschlupfmöglichkeiten fehlen (Zohmann und Wöss 2008). Gebiete mit geringen Felsanteilen werden von Alpenschneehühnern nur dann genutzt, wenn Zwergstrauchheiden gleichzeitig nicht zu hoch sind, um genügend Überblick zu bieten. Bei steigendem Felsanteil werden Felsen zum Überblick genutzt und höhere Zwergstrauchheiden sind von Vorteil, da sie zusätzliche Deckung bieten (Schweiger et al. 2012). Gleichzeitig darf die Vegetation nicht zu dicht sein, damit sich vor allem die Jungvögel ungehindert bewegen können (Hannon und Martin 2006). Zerklüftete Habitate mit Felsanteilen und Vegetation stellen also einen von Alpenschneehühnern bevorzugten Lebensraum dar, da auf kurzen Distanzen Möglichkeiten zur Futteraufnahme, Deckung und zum Überblick bestehen (Zohmann und Wöss 2008). Auch innerhalb der Vegetation werden zerstückelte Flächen von alpinem Rasen und Zwergstrauchheiden bevorzugt, da diese neben der strukturellen Vielfalt auch die Diversität der Futterpflanzen erhöhen (Favaron et al. 2006). Bisi et al. (2017) haben anhand von Untersuchungen zweier unterschiedlicher Populationen gezeigt, dass Alpenschneehühner die Wahl ihres Habitats an die lokale Verfügbarkeit anpassen.

Da Alpenschneehühner auf die Vegetation als Nahrungsgrundlage angewiesen sind, verbringen sie den Winter in schneeärmeren Regionen oder nutzen windgepeitschte

Bergrücken und Hänge, welche Zugang zur Bodenvegetation erlauben (Storch 2007; BirdLife International 2016).

Aufgrund der starken Anpassung alpiner Arten an die speziellen klimatischen Bedingungen der Berge sind diese sehr empfindlich gegenüber wechselnden Umweltbedingungen (Furrer et al. 2016). Laut Storch (2007) stellen Habitatdegradierung, -fragmentierung und -verlust sowie geringe Populationsgrößen, Prädation, direkte Ausbeutung und die Störung durch den Menschen die größten Bedrohungen für Raufußhühner dar.

Seit Jahrhunderten betreibt der Mensch extensiv genutzte Almflächen in der Nähe und oberhalb der Waldgrenze (Schweiger et al. 2012). Obwohl die intensivere Almwirtschaft, vor allem das intensivere Grasens von Weidetieren zu Störungen und Nestverlusten beim Alpenschneehuhn führen kann (Novoa et al. 2014), wird dadurch die Wiederbewaldung verhindert und dafür gesorgt, dass offene Habitate für Arten wie das Alpenschneehuhn erhalten bleiben (Pernollet et al. 2015).

In den letzten Jahrhunderten wurde die Baumgrenze um 100 – 400 m gesenkt, indem Wälder in offenes Grünland umgewandelt wurden. Durch die Auflassung von alpinen Weiden, Wiederbewaldungen und aufgrund des Klimawandels hat sich die Baumgrenze in den letzten Jahrzehnten wieder nach oben verschoben, was zum Verlust von Schneehuhnhabitaten führte. (Schweiger et al. 2012)

Gebiete mit vereinzelt Bäumen über einem Meter Höhe werden von Alpenschneehühnern komplett gemieden, was zur Folge hat, dass zunehmend baumdominierte Bereiche nicht mehr als Lebensraum genutzt werden. In Teilgebieten der Schweizer Alpen konnte beobachtet werden, dass Alpenschneehühner ihre Lebensräume in tieferen Lagen aufgaben, wenn das Wachstum von Bäumen an der natürlichen Baumgrenze zugenommen hatte. (Pernollet et al. 2015)

Die Baumgrenze ist definiert als das oberste Vorkommen von einzelnen Bäumen mit einer Höhe von mehr als 2 – 3 m und wird bestimmt durch eine mittlere Lufttemperatur von über 6,4 °C während zumindest drei Monaten im Jahr (Körner 2012). Mit den steigenden Temperaturen des Klimawandels verschiebt sich neben der Baumgrenze die gesamte alpine Flora nach oben und die Pflanzengesellschaften verändern sich (Grabherr et al. 1994). Klimatische Veränderungen äußern sich am stärksten in Bergregionen (Beniston et al. 1997) und Tierarten, welche nahe und oberhalb der Baumgrenze leben, werden vom Klimawandel

besonders bedroht (Chamberlain et al. 2013; Novoa et al. 2016). Da sich alpine Arten speziell an die kalten Bedingungen angepasst haben, wird sich deren Ausbreitung in höhere Lagen verschieben, wodurch das Verbreitungsgebiet limitiert wird (Pernollet et al. 2015).

Revermann et al. (2012) gehen davon aus, dass sich das Verbreitungsgebiet des Alpenschneehuhns in der Schweiz bis zum Jahr 2070 um bis zu zwei Drittel verringern wird, wenn die Temperatur um 4 °C steigt. Weiters wird vorhergesagt, dass sich potenzielle Habitate in Richtung der Berggipfel verschieben werden. Das Klima, vor allem aber die Sommertemperaturen, bestimmen die Verbreitung von Alpenschneehühnern in der Schweiz, was sich dadurch zeigt, dass deren Vorkommen auf Regionen mit mittleren Juli-Temperaturen unter 10 – 12 °C beschränkt ist.

Eine temperaturabhängige Verbreitung der Alpenschneehühner wird durch die „heat dissipation limit theory“ (Speakman und Król 2010) gestützt, welche besagt, dass endotherme Lebewesen häufiger durch die Wärmeableitungsfähigkeit limitiert werden als aufgrund mangelnder Energiezufuhr. Alpenschneehühner halten sich also an kühleren Plätzen auf, um eine Überhitzung zu vermeiden, anstatt das bessere Nahrungsangebot in wärmeren Gebieten zu nutzen (Revermann et al. 2012). Dies könnte die gewohnten Aktivitäten der Tiere verändern und die Bedrohung durch Räuber möglicherweise verstärken (Visinoni et al. 2015). Aufgrund steigender Temperaturen sind Alpenschneehühner gezwungen in höhere Lagen zu wandern und Revermann et al. (2012) berechneten einen Aufwärtstrend von 20,4 – 39,1 m/ °C gemäß der Klimawandelszenarien. Diese Verschiebung in höhere Lagen fällt weit geringer aus als angenommen (Revermann et al. 2012), was daran liegen mag, dass Mikroklimata innerhalb einer Landschaft geeignete Habitate bieten können, wenngleich die Region nicht passend erscheint (Suggitt et al. 2011). In den Alpen Frankreichs und der Schweiz konnten Visinoni et al. (2015) nur in bestimmten Regionen einen Aufwärtstrend beobachten, während sich die Alpenschneehühner aus manchen Gebieten der südlichen Verbreitungsgrenze zurückzogen. Revermann et al. (2012) berechneten für das stärkste Klimaszenario einen schwächeren Aufwärtstrend als für geringere Temperaturerhöhungen, was nahelegt, dass ab einer bestimmten Meereshöhe keine geeigneten Habitate mehr zu finden sein werden. Zusätzlich wird eine Verbreitung in höhere Lagen in einigen Gebieten schlichtweg durch die Höhe der Berge limitiert sein (Revermann et al. 2012).

Neben der Temperaturerhöhung haben auch indirekte Folgen des Klimawandels Auswirkungen auf Hochgebirgsarten. Aufgrund höherer Temperaturen tritt die

Schneeschnelze früber ein, was kombiniert mit einem trockenen Sommer den Bruterfolg von Alpenschneehühnern erhöht (Novoa et al. 2008).

Die frühe Schneeschnelze führt zu einer längeren Vegetationsperiode, in welcher hochqualitative Nahrung zur Verfügung steht. Im Gegensatz dazu bewirkt eine längere Schneebedeckung, dass die Hennen der Art *L. m. pyrenaica* (Unterart der Pyrenäen) unter schlechteren Nährstoffbedingungen mit dem Brüten beginnen und der höchste Eiweißgehalt der Nahrungspflanzen im Verhältnis zum Schlupfzeitpunkt später erreicht wird. (García-González et al. 2016)

Novoa et al. (2016) belegen, dass der Bruterfolg von Schneehühnern in den französischen Alpen und Pyrenäen viel geringer war, wenn die Schneeschnelze spät eintrat und nach dem Schlupf viel Regen fiel. Laut den Forschern könnte der Brutbeginn der Alpenschneehühner sowohl vom Zeitpunkt der Schneeschnelze als auch von den Frühjahrestemperaturen abhängig sein. In den Jahren von 1998-2011 trat jedoch kein signifikant verfrühter Brutbeginn ein. Es konnte also kein kurzfristiger Effekt des Klimawandels auf die Brutbiologie der südlichen Schneehuhnpopulationen festgestellt werden.

Höhere Temperaturen im Winter können dazu führen, dass Niederschlag in Form von Regen fällt und durch die Eisbildung der Zugang zur Vegetation verschlechtert wird (Putkonen und Roe 2003), während höhere Temperaturen im Sommer die Pflanzenbiomasse erhöhen (van der Wal und Stien 2014).

Untersuchungen in Kanada haben ergeben, dass die beiden nah verwandten Arten Alpenschneehuhn (*L. muta*) und Weißschwanz-Schneehuhn (*L. leucura*) im selben Habitat sehr unterschiedlich auf steigende Temperaturen reagieren. Der Brutbeginn trat bei beiden Arten etwa zeitgleich ein und wurde in wärmeren Frühjahren um 2,7 – 4 Tage nach vorne verlegt. Konnten kühlere Frühjahrestemperaturen verzeichnet werden, startete die Brut etwas verspätet und die mittlere Gelegegröße des Alpenschneehuhns sank von 9,4 auf 5,8 Eier pro Brutperiode. Weiters verkürzte sich die Brutperiode infolge der kälteren Temperaturen, da sie im Falle eines Nestverlustes durch Räuber selten ein zweites Mal brüteten. Im Gegensatz dazu produzierte das Weißschwanz-Schneehuhn um 25 % mehr Nachwuchs, da die Gelegegröße nur gering abnahm und diese Art häufig ein zweites Mal brütete. Aufgrund der geringeren Investition in den Nachwuchs konnten adulte Alpenschneehühner allerdings eine 20 – 25 % höhere jährliche Überlebensrate aufweisen als adulte Weißschwanz-Schneehühner. Obwohl diese beiden Arten also im selben Gebiet vorkommen und denselben

Temperaturschwankungen unterliegen, verfolgen sie unterschiedliche Strategien des Reproduktions-Überlebens-Kompromisses. (Wilson und Martin 2010)

Unander et al. (2016) berichten, dass arktische Schneehuhnpopulationen, welche in hohen Breitengraden, aber geringen Höhenlagen leben (Spitzbergen-Schneehuhn *L. m. hyperborea*), die Strategie des geringen Überlebens, aber der hohen Reproduktion verfolgen. Im Gegensatz dazu können Populationen geringerer Breitengrade, aber größerer Höhen (*L. m. pyrenaica*, *L. m. helvetica*, *L. m. japonica*) der Strategie des hohen Überlebens mit geringer Reproduktion des „slow-fast continuum“ zugeordnet werden.

Nördliche Populationen des Alpenschneehuhns gelten allgemein als nicht gefährdet, da eine große Anzahl von Individuen in Gebieten vorkommt, welche schwer zugänglich sind und deshalb kaum menschlicher Störung unterliegen (Caizergues et al. 2003). Anders zeigt sich die Situation bei den südlichsten Populationen in den Alpen und den Pyrenäen. Diese leiden zunehmend unter dem direkten und indirekten Einfluss des Menschen (Storch 2007). Neben der Wiederaufforstung ehemaliger Weideflächen wurden Teile dieser Gebiete genutzt, um Skigebiete zu errichten, was zu Habitatverlust und -degradierung führte (Buchgraber 2007; Storch 2007).

Mit dem Ausbau von Freizeiteinrichtungen steigt auch die Anzahl der Menschen, welche die Berge als Erholungs- und Freizeitraum nutzen. Skitourengeher, Variantenskifahrer, Wanderer, aber auch die Benutzung von Fluggeräten oder E-Mountainbikes können zu Störungen von Wildtieren führen (Schweiger et al. 2012; Storch 2007; Kays et al. 2017). Raufußhühner zählen zu besonders störungsempfindlichen Wildtieren, bei welchen es vor allem während des Brutgeschäfts und im Winter zu energetischen Engpässen und bei häufigen Störungen zum Tod kommen kann (Bötsch et al. 2017; Varga et al. 2018).

Indirekt werden durch menschliche Aktivitäten Räuber unterstützt, welche eine Bedrohung für die Hühner darstellen können. In Schottland wurden erhöhte Nestverluste des Alpenschneehuhns beobachtet, da aufgrund des erhöhten Nahrungsangebotes in Form von durch Menschen verursachten Abfällen vermehrte Dichten der Aaskrähen *Corvus corone* auftraten. Weiters wurde festgestellt, dass es durch Kollisionen mit Kabeln, Seilen und Glasfronten von Skigebieten zu Verlusten in Alpenschneehuhnpopulationen kommt. (Watson und Moss 2004)

Nicht nur durch die direkte Anwesenheit des Menschen können Alpenschneehühner von ihren Winterrevieren vertrieben werden (Zeitler und Glänzer 1998 zit. nach Storch 2007).

Lawinensprengungen im Winter können die Vögel gefährden, indem die Alpenschneehühner, welche meist in Schneehöhlen zurückgezogen leben, durch die Explosionen aufgeschreckt werden (Varga et al. 2018).

Das Alpenschneehuhn ist anfällig für Überjagung, vor allem wenn die Jagd im Frühjahr stattfindet. Ob die Jagd zu negativen Bestandsentwicklungen des Alpenschneehuhns führen kann, ist lokal sehr unterschiedlich und hängt von den Jagdvorschriften der jeweiligen Länder ab. (Storch 2007; Furrer et al. 2016)

In Tirol ist das Alpenschneehuhn in der Zeit von 15. November bis 31. Dezember jagdbar (Tiroler Jägerverband). Trotzdem kann die ganzjährige Jagd anderer Wildtierarten zu Störungen der Alpenschneehühner führen (Varga et al. 2018).

All diese Bedrohungen können für sich selbst oder in Kombination miteinander zu Verlust, Verschlechterung und letzten Endes auch zu einer fehlenden Vernetzung von Habitaten des Alpenschneehuhns führen (Revermann et al. 2012).

Die Alpenschneehuhnpopulation in Europa wird auf 257.000 – 1.010.000 Paare und somit auf 514.000 – 2.020.000 adulte Individuen geschätzt. Gemessen am 10-prozentigen Anteil Europas am gesamten Verbreitungsgebiet kann mit einer globalen Population von 5.140.000 – 20.200.000 adulten Individuen gerechnet werden. (BirdLife International 2016)

Innerhalb Österreichs wird der Brutbestand im Jahr 2016 auf 10.001 – 30.000 Paare geschätzt mit einer neutralen Bestandsentwicklung (Dvorak et al. 2017). Im Gegensatz dazu berichten Furrer et al. (2016) von einem negativen Populationstrend in der Schweiz, welcher gesamt bei - 13 % lag. Allerdings muss beachtet werden, dass die Wachstumsrate in unterschiedlichen Regionen sehr verschieden ausfiel, mit starken Rückgängen in einigen Populationen, während andere sich gut entwickelten (Furrer et al. 2016). Auch in Italien (Peronace et al. 2012) und Frankreich (Novoa et al. 2014) werden negative Populationstrends des Alpenschneehuhns beobachtet und die Unterart der Alpen ist in der Schweiz als potenziell gefährdet (Keller et al. 2010), in Italien sogar als gefährdet (Peronace et al. 2012) gelistet.

Trotz dieser lokalen Gefährdungssituationen wird das Alpenschneehuhn global als nicht gefährdet angesehen, da es über ein sehr großes Verbreitungsgebiet verfügt und die weltweite Populationsgröße weit über 10.000 adulten Individuen liegt. Obwohl sich der Populationstrend sinkend darstellt, wird ausgeschlossen, dass sich innerhalb von 10 Jahren

oder drei Generationen ein Rückgang von über 30 % abzeichnen wird. (BirdLife International 2016)

Laut BirdLife International (2016) wird diese Grenze innerhalb Europas allerdings schon erreicht werden und die Populationsgröße wird in den nächsten drei Generationen (12,6 Jahre) um bis zu 30 % sinken. Da die europäische Population also droht, die Grenzen für eine Einstufung als gefährdet laut IUCN zu erreichen, wird sie als potenziell gefährdet angesehen. (BirdLife International 2016)

In der EU-Vogelschutzrichtlinie (Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union 2009) wird das Alpenschneehuhn in Anhang I gelistet. Auf die darin aufgeführten Arten sind „besondere Schutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Lebensräume anzuwenden, um ihr Überleben und ihre Vermehrung in ihrem Verbreitungsgebiet sicherzustellen“. Es handelt sich beim Alpenschneehuhn also durchaus um eine schützenswerte Vogelart, welche „empfindlich gegenüber Veränderungen ihrer Lebensräume“ ist und „aufgrund des spezifischen Charakters ihres Lebensraums einer besonderen Aufmerksamkeit“ bedarf (Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union 2009).

Aufgrund dieser Listung in Anhang I und der Einstufung als potenziell gefährdet in Europa wird das Alpenschneehuhn in der österreichischen Liste der prioritären Vogelarten der Kategorie „gelb“ zugeordnet, welche „Arten mit hoher Priorität und damit einem fortwährenden Schutz- und Handlungsbedarf“ beinhaltet. Gemäß des verwendeten Ampelsystems handelt es sich dabei um die mittlere Prioritätskategorie, während „rot“ für Arten mit höchster Priorität steht und „grün“ für Arten, welche (noch) keiner Schutzmaßnahmen bedürfen. (Dvorak et al. 2017)

In Tirol wird das Alpenschneehuhn als nicht gefährdet angesehen, da artspezifisch gute Bestände und eine weite Verbreitung nachgewiesen werden können. Allerdings handelt es sich um eine potenzielle Problemart, welche durch Störungen oder wegen der spezifischen Bindung an ihren Lebensraum leicht beeinträchtigt werden kann. Weiters könnten Wissenslücken über eine bestehende Gefährdung hinwegtäuschen. (Landmann et al. 2001)

1.2. Derzeitiger Wissensstand über das Alpenschneehuhn in Tirol

Von Nopp-Mayr und Zohmann (2008) wurden Dichte und Rufverhalten des Alpenschneehuhns in den Gebieten Hohen Tauern, Dachstein, Nockberge, Schneealpen, Schneeberg und Rax untersucht. Weiters gibt es einige aussagekräftige Studien über Höhenverbreitung und Mikroklimata der Alpenschneehuhn-Habitate aus der Schweiz (Pernollet et al. 2015; Visinoni et al. 2015).

In Tirol fanden Untersuchungen von Brutrevieren des Alpenschneehuhns im Kühtai statt, welche sich mit dem Zusammenhang von Verfügbarkeit der Futterpflanzen und monogamer Partnerwahl des Alpenschneehuhns beschäftigten (Peer 2005). In der avifaunistischen Grundlagenkartierung 2016 wurden Teile Tirols, mitunter der gesamte Bezirk Schwaz, in welchem sich der Naturpark befindet, auf heimische Brutvögel untersucht. Mit Ausnahme von zwei Atlasquadranten (AQ; Untersuchungsgebiet 10 x 10 km) wurde das Alpenschneehuhn in jedem Atlasquadranten des Naturschutzgebiets nachgewiesen (Lentner und Lehne 2017). Weiters wurde das Alpenschneehuhn im Naturpark durch einige Sichtungen bestätigt (mündliche Angabe W. Seifert). Informationen zu Habitatansprüchen des Alpenschneehuhns in Tirol fehlen jedoch. Weiters ist ungewiss, wie und ob sich die Aufenthaltsorte der Alpenschneehühner im Verlauf von Frühjahr bis Herbst ändern.

1.3. Fragestellung

Die zentralen Forschungsfragen dieser Masterarbeit beziehen sich auf das Vorkommen von Alpenschneehühnern im Gebiet des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen.

- In welchen Gebieten halten sich die Alpenschneehühner auf?
- Welche Habitate werden von den Alpenschneehühnern als Lebensraum bevorzugt?
- Verändert sich die Anwesenheit von Alpenschneehühnern im Laufe der Untersuchungsperiode (Spätfrühjahr, Sommer, Herbst)? Welche Höhenlagen, Expositionen, Hangneigungen, Landnutzungsklassen und Schneebedeckungen werden von den Alpenschneehühnern genutzt?
- In welchen Gebieten können revieranzeigende Verhaltensweisen (singende Alpenschneehühner) festgestellt werden?

2. Material und Methoden

2.1. Information zum Untersuchungsgebiet

Diese Masterarbeit wurde in Zusammenarbeit mit dem Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen durchgeführt. Das im hinteren Zillertal (Tirol, Bezirk Schwaz) gelegene Gebiet gilt seit 1991 als Schutzgebiet nach dem Tiroler Naturschutzgesetz und ist seither als Ruhegebiet ausgewiesen. Seit 2001 besteht der Naturpark, welcher 2016 um den Tuxer Hauptkamm erweitert wurde und sich heute auf einer Fläche von 422 km² erstreckt. Das Gebiet des Naturparks reicht von 1000 m im Bergsteigerdorf Ginzling bis 3509 m am Hochfeiler und beinhaltet somit alle alpinen Höhenstufen. Im Osten grenzt der Naturpark an Salzburg, während im Süden der Übergang zu Südtirol die Grenze markiert. Zusammen mit angrenzenden Schutzgebieten in Nordtirol, Südtirol und Salzburg bildet der Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen den größten Schutzgebietsverbund der Alpen, welcher mehr als 2700 km² umfasst. Im Gebiet des Zillertaler Naturparks gibt es keine öffentlichen Straßen, Hubschrauberflüge oder Lifte zu touristischen Zwecken sind verboten. Der Sommertourismus spielt jedoch eine bedeutende Rolle, da die vielen Wanderwege und die insgesamt 15 bewirtschafteten Hütten von Berg- und Naturliebhabern genutzt werden. (Pohl und Seifert 2019; Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen 2019)

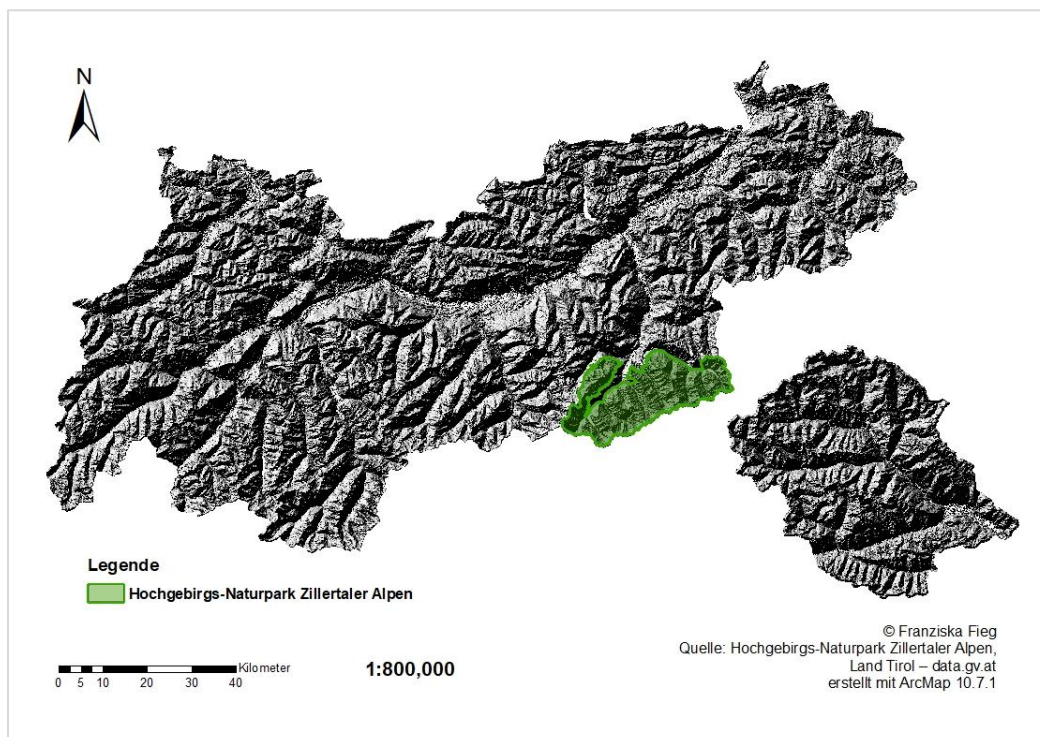


Abbildung 1: Lage des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen innerhalb Tirols.

Tabelle 1: Wetterdaten der Station Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).

mittlere monatliche Lufttemperatur [°C]	Juli	August	September	Oktober
1981 - 2010	17,5	16,8	13	8,4
2019	19,1	18,3	13,6	10,6
mittlere monatliche Niederschlagssumme [mm]				
1981 - 2010	163	148	93	78
2019	130	128	106	69
mittlere monatliche Windgeschwindigkeit [m/s]				
1981 - 2010	1,3	1,2	1,1	1,1
2019	1,3	1,0	1,0	1,1

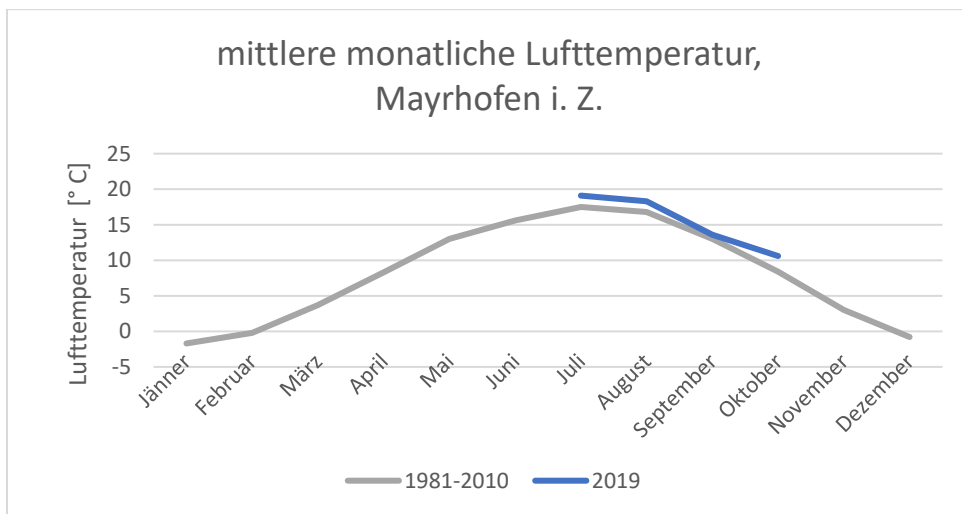


Abbildung 3: Mittlere monatliche Lufttemperatur [°C] in Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).

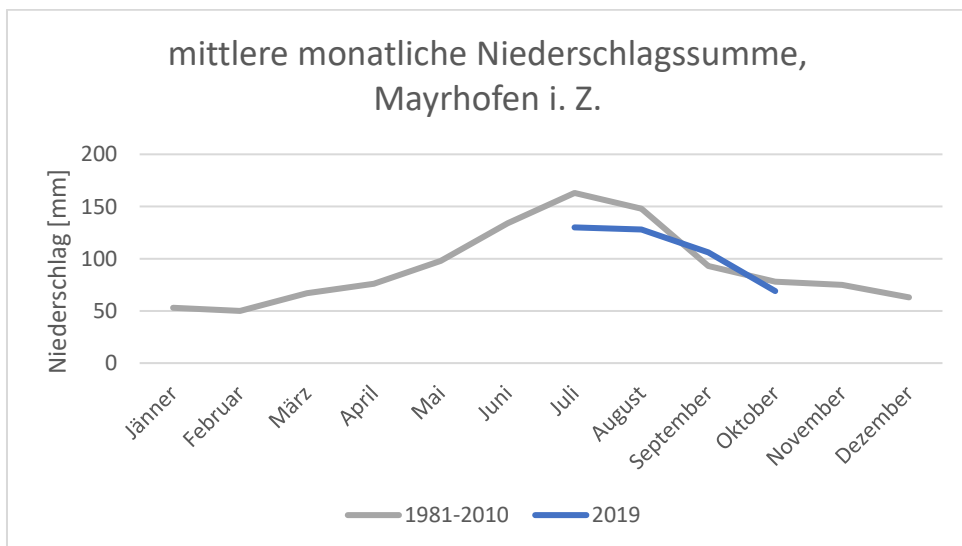


Abbildung 4: Mittlere monatliche Niederschlagssumme [mm] in Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).

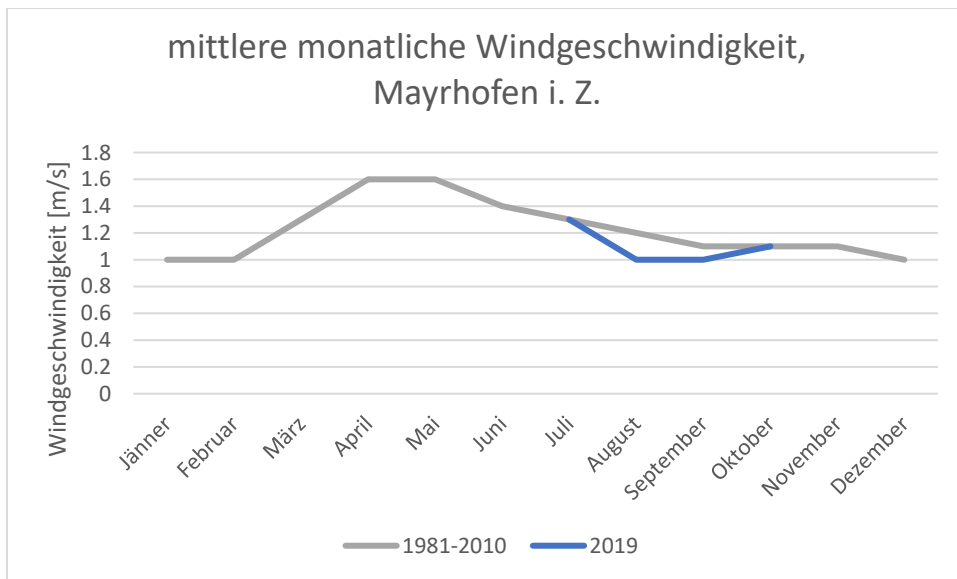


Abbildung 5: Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit [m/s] in Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).

2.2. Auswahl der Probegebiete

Um das Vorkommen von Alpenschneehühnern im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen zu ermitteln, wurden in einem ersten Schritt repräsentative Untersuchungsgebiete mithilfe von ArcMap 10.7.1 (ESRI, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA) ausgewählt. Die Wald- bzw. Baumgrenze befindet sich in den Zillertaler Alpen auf einer Höhe von 1800 – 2000 m, weshalb Gebiete oberhalb dieser Höhenlage vorgemerkt wurden, da sich Alpenschneehühner dauerhaft über der Baumgrenze aufhalten. Die obere Eingrenzung möglicher Gebiete ergab sich durch das Vorkommen von Gletschergebieten ab etwa 3000 m, welche von Alpenschneehühnern nicht besiedelt werden (mündliche Information R. Lentner). Auch Bereiche mit mehr als 40° Steilheit sollen aus Sicherheitsgründen gemieden werden. Grundlage für diese Daten bildet das Digitale Geländemodell (DGM) für Nord- und Osttirol mit einer Bodenauflösung von 10 m (Land Tirol - data.gv.at), aus welchem die Höhenstufen hervorgehen und Steilheit sowie Exposition berechnet werden können.

Anhand von Luftbildern wurden Gebiete mit unterschiedlicher Bodenbedeckung ausgewählt. Aus der Literatur ist bekannt, dass das Vorhandensein von Felsanteilen Voraussetzung für Habitate von Alpenschneehühnern ist (Zohmann und Wöss 2008), aber auch vegetationsbedeckte Bereiche für die Nahrungsaufnahme immens wichtig sind (Bergmann und Engländer 1996). Es wurde bei der Auswahl der Probegebiete also darauf geachtet, dass sowohl Felsflächen als auch Zwergstrauchheiden und alpiner Rasen vorhanden sind. Neben

den weltweiten Bilddaten, welche ArcMap 10.7.1 zur Verfügung stellt, wurden zur Feststellung der Bodenbedeckung Daten einer Raumstudie des Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen (Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung 2014) und Landnutzungsdaten (Rüdisser et al. 2012) genutzt.

Als Grundlage für potenzielle Habitate von Alpenschneehühnern wurden die Nachweise von Reimoser und Reimoser (2016) des Raufußhuhn-Monitorings des Tiroler Jägerverbands verwendet, bei welchem im Wesentlichen Balzplatzzählungen der Jägerschaft ausgewertet wurden. Die Anwesenheit der Alpenschneehühner wurden mit einer Genauigkeit von 1 x 1 km miterfasst, was einen Überblick über die grobe Verteilung, aber keine repräsentative Aussage über das genaue Vorkommen von Alpenschneehühnern liefert. (Reimoser und Reimoser 2016) Es wurden, verteilt auf das gesamte Gebiet des Naturparks, sechs repräsentative Untersuchungsräume in einer Höhenlage von 1900 – 2680 m für die Kartierung ausgewählt. Drei dieser Gebiete wiesen eine zu große Fläche auf, um sie an einem Tag zu kartieren (Erfahrungswerte von R. Lentner: Pro Person und Tag können 0,5 – 0,7 km² kartiert werden.). Aus diesem Grund wurden die entsprechenden Flächen in jeweils zwei kleinere Gebiete geteilt. Demnach entstanden neun Kartiergebiete mit Flächen von 68 bis 129 ha und einer Gesamtfläche von 831 ha (siehe Tab. 2). Die Untersuchungsflächen beinhalten Bereiche mit verschiedener Exposition und unterschiedlich steile Hänge. Geländeteile mit einer Steilheit über 40° wurden in einer Feldkarte markiert und bei der Kartierung umgangen. Nach der ersten Begehung wurden die Abgrenzungen der Untersuchungsflächen teilweise angepasst, wenn Bereiche nicht begehbar waren oder bis über die Grenzen hinaus kartiert werden konnte. (siehe Abb. 6 - 12)

Tabelle 2: Flächengrößen der Untersuchungsgebiete [ha] der ersten Begehung (DG 1) und nach der Anpassung (DG 2/3).

Gebiet	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Fläche DG 1 [ha]	78,67	97,97	94,91	67,63	102,66	128,89	70,46	98,54	90,80
Fläche DG 2/3 [ha]	79,26	94,79	99,76	62,42	96,69	117,30	70,46	109,07	80,02

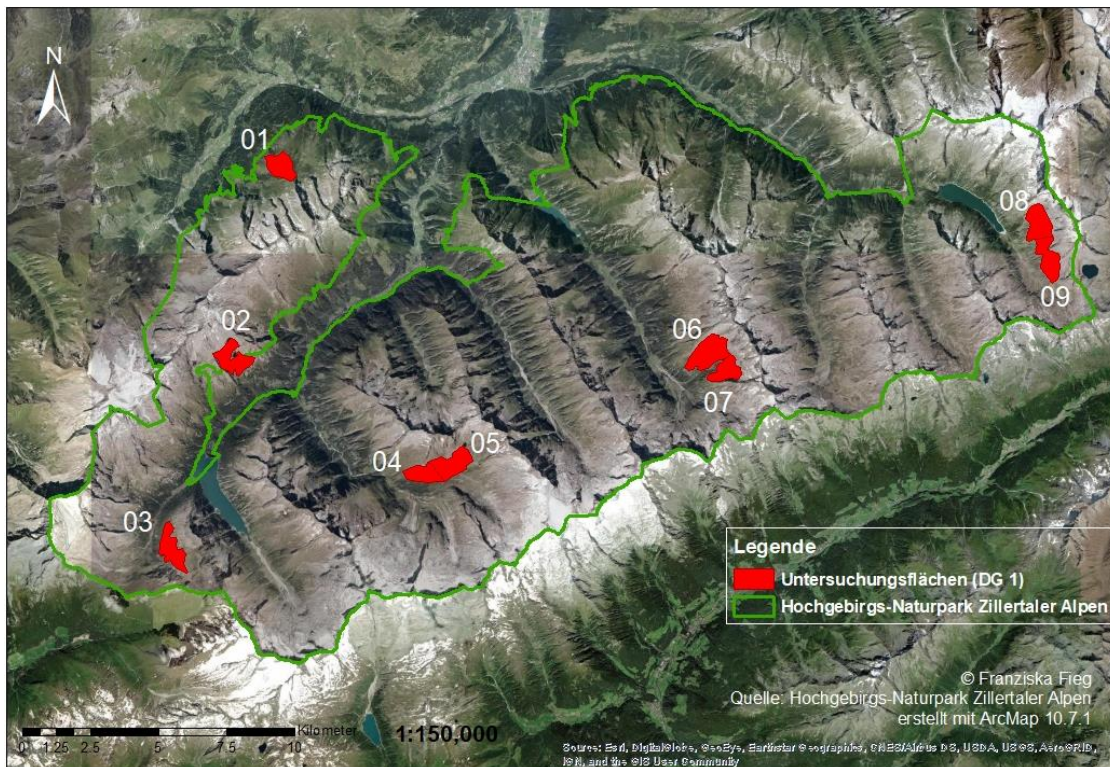


Abbildung 6: Lage der Untersuchungsflächen (01 – 09) innerhalb des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen.

Beschreibung der Untersuchungsflächen

Im Folgenden werden die einzelnen Untersuchungsflächen innerhalb des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen genauer beschrieben. Dabei werden die Prozentwerte gerundet, da sich diese aufgrund der Anpassung der Gebietsabgrenzungen nach der ersten Begehung geringfügig änderten. Für eine einfachere Lesbarkeit wird *Gebiet* teilweise als *G*, *Durchgang* als *DG* abgekürzt. *DG 1* entspricht demnach der Spätfrühjahrskartierung, *DG 2* der Sommerkartierung und *DG 3* der Herbstkartierung.

Gebiet 01 „Am Flach“

Dieses 79 ha große Gebiet liegt am Tuxer Hauptkamm und erstreckt sich über eine Höhenlage von 2040 bis 2240 m. Die Landbedeckung besteht hauptsächlich aus extensiv genutzter Almfläche (96 %), den Rest bilden in geringen Anteilen alpiner Rasen, Flächen mit spärlicher Vegetation und silikatischer Lärchen-Fichtenwald an der unteren Gebietsgrenze.

Besonders an dieser Untersuchungsfläche ist der Grat, welcher sich zwischen dem südwest- und dem nordostexponierten Hang bildet. Entlang des Grats verläuft eine 1000 m lange Trockensteinmauer, welche die Loschbodenalm im Westen von der Elsalm im Osten trennt. Während des zweiten Kartierdurchgangs wurde dieses Gebiet von Kühen beweidet.

Durch die Untersuchungsfläche verlaufen einige kleinere Wanderwege, allerdings sind diese nicht sehr stark frequentiert. Das Gebiet wird jedoch zunehmend beliebter als Skitourenroute Richtung Tettensjoch.

Nach der ersten Begehung wurde das Gebiet im südöstlichen Bereich um 0,59 ha vergrößert. (siehe Abb.7)

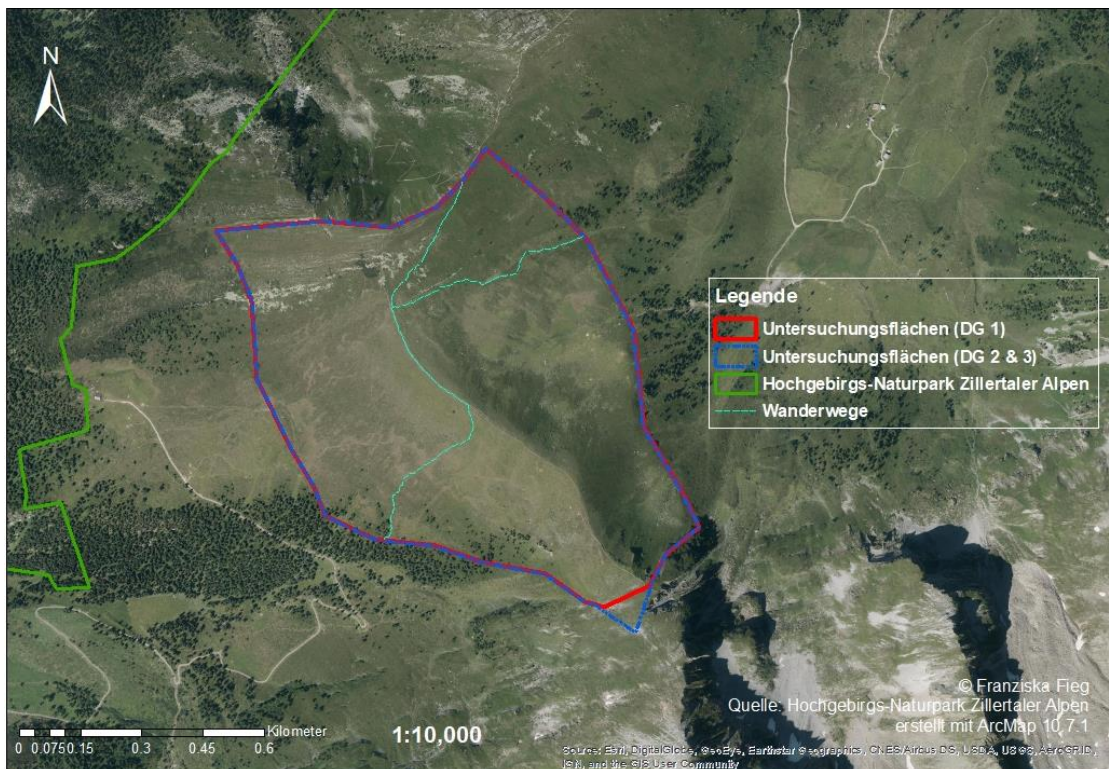


Abbildung 7: Gebiet 01 "Am Flach" am Tuxer Hauptkamm.

Gebiet 02 „Wesendlkar“

Mit einer Fläche von 97 ha umgibt dieses Gebiet, welches ebenfalls am Tuxer Hauptkamm liegt, den Wesendlkarsee. Die obere Begrenzung bildet ein weiterer See in 2660 m Höhe, während die Untersuchungsfläche bis 2160 m hinab reicht. Westlich und oberhalb des Sees finden sich vor allem Flächen mit spärlicher Vegetation (52 %), unterhalb (südöstlich) des Sees liegt eine Blockhalde vor (Felsflächen ohne Vegetation, 30 %). Den Rest bilden alpiner Rasen (10 %), sowie extensiv genutzte Almflächen (8 %). Der Großteil der Gebietsfläche ist östlich bis südöstlich exponiert, die Blockhalde blickt Richtung Süden. In der Zeit der Kartierungen wurde die Untersuchungsfläche nicht beweidet. Quer durch das Gebiet verläuft eine Etappe des Berliner Höhenwegs, welcher in den Sommermonaten (Juni – September) sehr häufig begangen wird. Etwa auf derselben Höhe verläuft unterhalb des Wesendlkarsees die Grenze

des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen, was bedeutet, dass dieses Gebiet als einziges nicht komplett innerhalb des Naturparks liegt.

Aufgrund der Steilheit kombiniert mit rutschigem Grasbewuchs wurde ein Teil des Gebiets oberhalb des Sees (3 ha) nach der ersten Kartierung entfernt. (siehe Abb. 8)

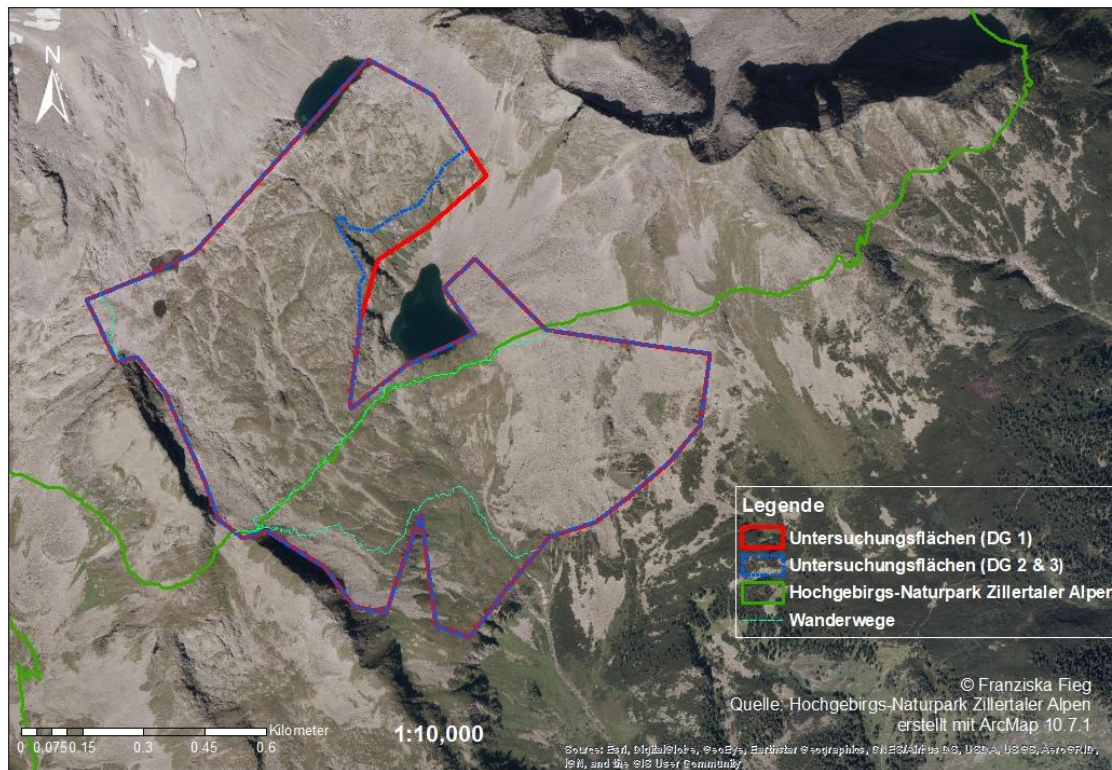


Abbildung 8: Gebiet 02 "Wesendlkar" am Tuxer Hauptkamm.

Gebiet 03 „Fuchsböden“

Zwischen einer Höhe von 2100 und 2420 m erstreckt sich diese 95 ha große Untersuchungsfläche im Hauptental, nahe an der Grenze zu Südtirol. Vorherrschend in diesem Gebiet sind extensiv genutzte Almflächen (55 %), welche sich im unteren Bereich (Westen) und im flacheren, mittleren Bereich finden. Diese gehen nach Südosten hin in höheren Lagen in alpinen Rasen (21 %) über, während die oberen Randbereiche im Osten und Südwesten mit spärlicher Vegetation (24 %) bedeckt sind. Ein Drittel der Gebietsfläche liegt nordexponiert, der Rest des Gebietes blickt vor allem in Richtung Südwesten, Westen und Nordwesten.

Vom Hauptwanderweg zweigt ein Trampelpfad entlang des Hauptentaler Bachs ab, welcher zum Gebiet und hindurch führt. Dieser Weg ist jedoch in den Wanderkarten nicht ausgewiesen, weshalb selten Touristen in diese Gebietsfläche finden. Während unserer Begehungen fanden sich keine Weidetiere im Gebiet.

Nach der ersten Begehung wurde die Untersuchungsfläche an drei verschiedenen, interessanten und gut begehbaren Stellen um insgesamt 5 ha erweitert. (siehe Abb. 9)

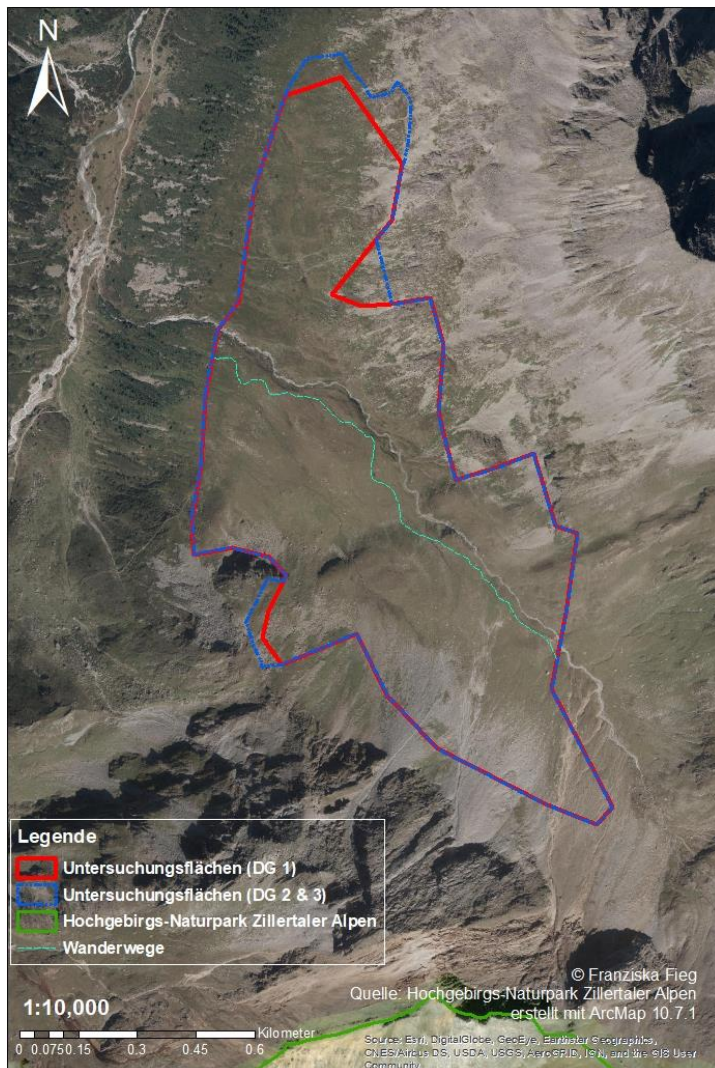


Abbildung 9: Gebiet 03 "Fuchsböden" im Hauptental.

Gebiete 04 und 05 „Schwarzensteinalm“

Oberhalb der Berliner Hütte im Zemmgrund liegen diese beiden aneinandergrenzenden Gebiete mit Flächen von 68 ha (G 04) und 103 ha (G 05) in einer Höhenlage von 2120 bis 2560 m. Die Landbedeckung folgt in etwa den Höhenlinien mit extensiv genutzter Almfläche (G 04: 28 %; G 05: 32 %) unterhalb von 2300 m, gefolgt von alpinem Rasen (G 04: 61 %; G 05: 49 %), welcher in einer Höhe von 2400 – 2500 m in Flächen mit spärlicher Vegetation (G 04: 11 %; G 05: 15 %) übergeht. Etwa in der Mitte des Gebiets 05 befindet sich eine Blockhalde, welche eine Felsfläche ohne Vegetation (1 %) darstellt. Im nordöstlichen Eck

grenzt das Gebiet 05 an den Schwarzensee, welcher als Bach (Gewässerläufe: 4 %) entlang der östlichen und südlichen Gebietsgrenze fließt.

Ebenfalls durch das Gebiet 05 verläuft eine weitere Etappe des Berliner Höhenwegs, weswegen in den Sommermonaten viele Wanderer die Untersuchungsfläche kreuzen.

Beide Untersuchungsgebiete liegen hauptsächlich südexponiert vor (G 04: 76 %; G 05: 57 %).

Gebiet 05 weist weiters zu 36 % südostexponierte Flächen auf, während im Gebiet 04 neben Südost (11 %) ca. gleich viel Fläche in Richtung Südwest (10 %) blickt.

Während der Kartierungen im Juli und August weidete in beiden Untersuchungsflächen eine Vielzahl von Schafen.

Da sich im unteren Bereich von Gebiet 04 einige steile Hänge befinden, welche kaum begehbar waren, wurden die Gebietsgrenzen nach dem ersten Durchgang geändert. Um die Flächen in ihrer Größe anzugleichen, wurde die Grenze zwischen den Gebieten Richtung Osten verschoben. Somit wurden die Untersuchungsflächen um jeweils 5 – 6 ha verkleinert. (siehe Abb. 10)

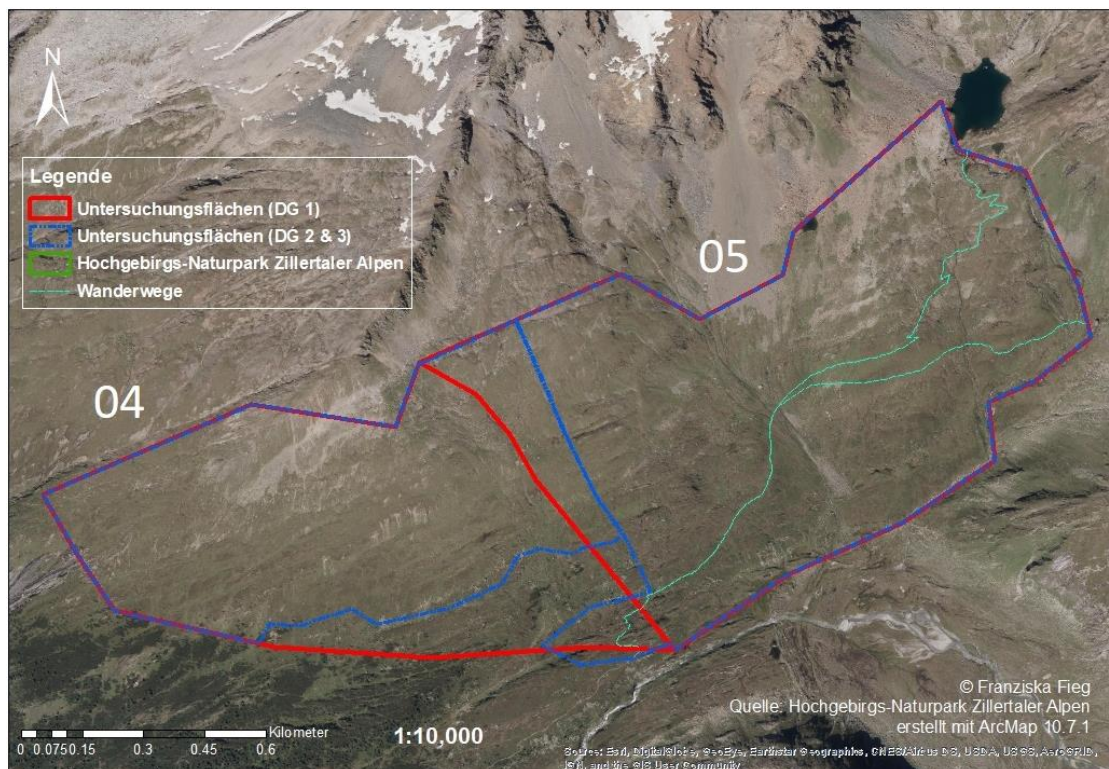


Abbildung 10: Gebiete 04 und 05 "Schwarzensteinalm" im Zemmgrund oberhalb der Berliner Hütte.

Gebiete 06 und 07 „Sonntagskar“

Im Stillupgrund, nahe der Kasseler Hütte, liegen die Gebiete 06 und 07. Gebiet 06 ist mit 129 ha die größte Untersuchungsfläche und erstreckt sich von 1900 bis 2540 m in süd- bis südwestexponierter Lage. Im unteren Bereich ist die Fläche bis zu einer Höhe von 2200 – 2300 m mit extensiv genutzter Almfläche (39 %) bedeckt. Darüber herrschen Flächen mit spärlicher Vegetation (45 %) und im obersten Bereich Felsflächen ohne Vegetation (14 %) vor. Eine kleine Fläche nahe der Grenze zu Gebiet 07 ist mit alpinem Rasen (2 %) bedeckt.

In den Sommermonaten wurde das Gebiet von Kühen beweidet.

Aufgrund des starken Bewuchses durch Alpenrosen (*Rhododendron sp.*) und Wacholder (*Juniperus communis*) im untersten, sehr steilen Bereich, war dieser sehr schlecht begehbar und wurde nach der ersten Kartierung entfernt. Die Untersuchungsfläche wurde dadurch um 12 ha verkleinert.

Gebiet 07 ist mit einer Fläche von 70 ha deutlich kleiner als das benachbarte. Es reicht von 2100 bis hinauf in 2600 m Höhe und liegt hauptsächlich westexponiert vor, mit den restlichen Flächen Richtung Südwesten und Nordwesten blickend. Die Bodenbedeckung besteht zu zwei Dritteln aus Felsflächen ohne Vegetation und zu einem Drittel aus Flächen mit spärlicher Vegetation. An der Schlucht, welche die beiden Gebiete voneinander trennt, kommen mit insgesamt einem Prozent alpiner Rasen und extensiv genutzte Almflächen vor, welche jedoch nur minimal über die Grenze ragen. In diesem Gebiet fanden sich keine Weidetiere.

Diese Untersuchungsfläche wurde über die gesamte Kartierungsperiode unverändert belassen.

Der Berliner Höhenweg verläuft zwischen 2100 und 2200 m im unteren Bereich beider Untersuchungsflächen. (siehe Abb. 11)

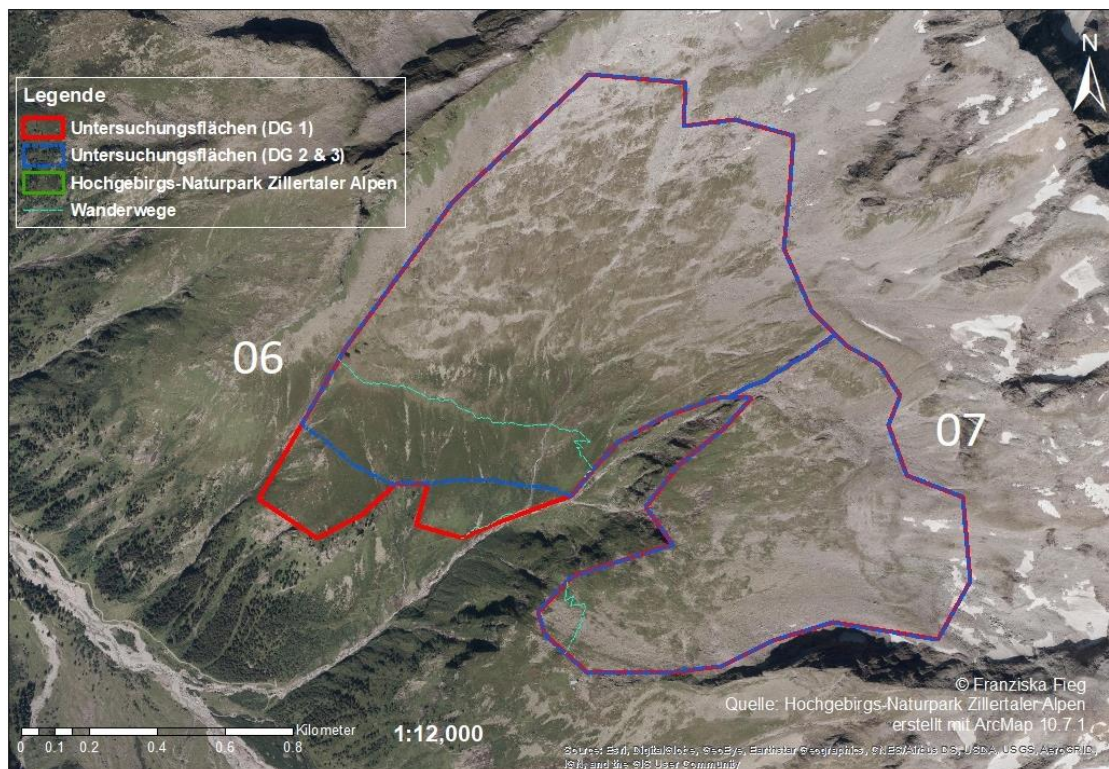


Abbildung 11: Gebiete 06 und 07 „Sonntagskar“ im Stillupgrund nahe der Kasseler Hütte.

Gebiete 08 und 09 „Hohenaukar“

Diese beiden Gebiete liegen im Zillergrund, nahe an der Grenze zum Bundesland Salzburg, in einer Höhenlage von 2280 bis 2600 m. Gebiet 08 weist eine Fläche von 99 ha auf, Gebiet 09 ist mit 91 ha etwas kleiner. Beide Untersuchungsgebiete sind nur mit Flächen spärlicher Vegetation (G 08: 74 %; G 09: 76 %) sowie Felsflächen ohne Vegetation (G 08: 26 %; G 09: 24 %) bedeckt. Die Gebiete liegen hauptsächlich südwest- und westexponiert, der nördlichste Teil von Gebiet 08 blickt in Richtung Süden. Innerhalb der Gebiete falten sich viele Bergrücken auf, welche kleinräumig sehr unterschiedliche Eigenschaften bieten und in Gebiet 08 zusätzlich nordwestexponierte Bereiche bilden. Aufgrund der ungeeigneten Landbedeckung werden die Untersuchungsflächen nicht als Weidegebiete genutzt. Ein Wanderweg, welcher Teil der Drei-Länder-Runde ist, führt durch beide Gebiete hindurch, dieser wird jedoch deutlich weniger begangen als der Berliner Höhenweg.

Nach der ersten Kartierung wurde an der Grenze zwischen den Untersuchungsflächen ein schwer begehbarer Bereich entfernt, dafür aber ein kleiner Teil hinzugefügt. Weiters wurde die Grenze nach Süden verschoben, weshalb Gebiet 08 um 10 ha verkleinert, Gebiet 09 um diese Fläche vergrößert wurde. Somit blieb die Gesamtfläche beider Gebiete in etwa gleich. (siehe Abb. 12)

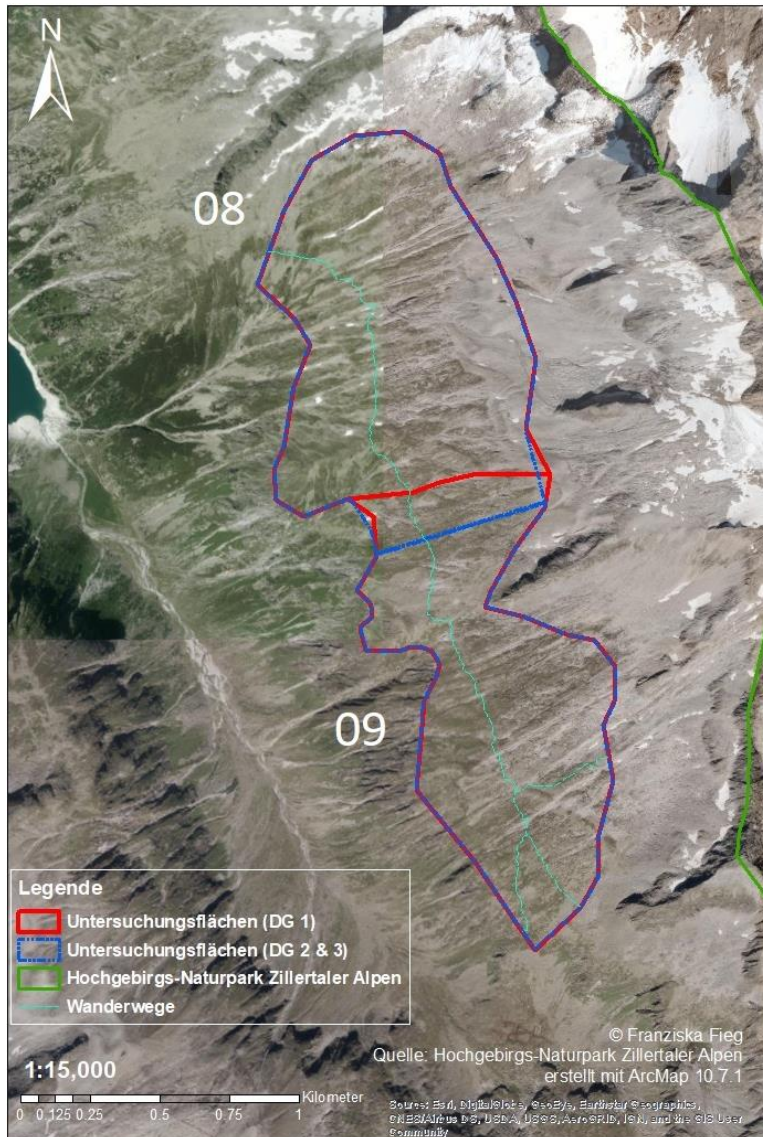


Abbildung 12: Gebiete 08 und 09 "Hohenaukar" im Zillergrund.

2.3. Kartierung

Die Feldarbeit bestand im Groben aus einer Zählung singender Hähne und der anschließenden Schleifenlinientaxierung. Aufgrund des nicht unerheblichen Risikos von Arbeiten im Gelände, wurden die Kartierungen immer mindestens zu zweit durchgeführt.

Jede/r Kartierer/in erhielt ein GPS-Gerät (Garmin eTrex Vista HCx, zur Verfügung gestellt vom Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen), welches die gesamte begangene Route aufzeichnete. Zusätzlich wurde ein Fernglas mitgeführt, um entfernte Individuen zu identifizieren, sowie eine Kamera, um Nachweise zu dokumentieren. Zum Abspielen einer Klangattrappe (bezogen von www.xeno-canto.org) wurde neben dem Smartphone ein

Bluetooth-Lautsprecher benötigt. Da in den meisten Untersuchungsflächen kein Mobilnetz empfangen werden konnte, erfolgte die Verständigung der beteiligten Personen über Walkie-Talkies. Für eine gefahrlose Kartierung wurden Feldkarten mitgeführt, welche die Höhenschichtlinien sowie Bereiche mit einer Neigung von über 40° enthielten (Maßstab 1:5.000, siehe Anhang Abb. 55). Aufnahmeprotokolle und Probestreife (zur Verfügung gestellt von R. Lentner) wurden ebenfalls mit in das Gelände genommen.

Noch vor Tagesanbruch wurde innerhalb des Untersuchungsgebiets eine geeignete Stelle aufgesucht, an welcher man sich möglichst in Deckung begab. Dieser Standort wurde auf der Feldkarte des jeweiligen Gebiets markiert. Von dort aus sollte die gesamte Fläche akustisch und optisch erfasst werden können. Nun wurden für insgesamt 45 Minuten alle singenden Alpenschneehühner gezählt und die Nachweispunkte wiederum auf der Feldkarte eingezeichnet. Nach 30 Minuten wurde eine Klangattrappe zweimal abgespielt, fünf Minuten gewartet, die Klangattrappe erneut zweimal abgespielt und weitere zehn Minuten gewartet. Auf einem Protokoll (siehe Anhang, Abb. 53) wurde der Zeitpunkt des Nachweises notiert und die Verwendung einer Klangattrappe vermerkt, sofern der Gesang als Antwort auf diese erfolgte. War es von einem Standort aus nicht möglich, das gesamte Gebiet einzusehen und einzuhören, wurden ein oder auch mehrere zusätzliche Standorte aufgesucht, um singende Alpenschneehühner zu erfassen.

Im Anschluss an die Zählung der singenden Hähne wurde mit der Schleifenlinientaxierung begonnen, wobei jeweils die gesamte Untersuchungsfläche in Linien begangen wurde, welche einen Abstand von etwa 100 m zueinander aufwiesen (siehe Abb. 13). Währenddessen wurde nach direkten (Ruf, Sichtung, Riss, Rupfung) und indirekten (Losung, Feder, Spur) Nachweisen von Alpenschneehühnern und anderen Hühnerarten gesucht. Um relevante Bereiche, wie etwa Kuppen oder große Felsen, miteinzubeziehen, wurde die Ideallinie verlassen. Nachweise wurden in einem Protokoll (siehe Anhang, Abb. 54) aufgenommen und der Fundort im GPS-Gerät gespeichert. Zusätzlich wurden Umweltparameter, sowie dominierender Lebensraumtyp und Relief der Fundorte aufgenommen, um Rückschlüsse auf die Habitatnutzung von Alpenschneehühnern zu ziehen.

Nachweise in Form von Losungen oder Federn wurden im Feld gesammelt, sofern die Proben noch frisch genug waren (siehe Abb. 14). Diese wurden in ein Proberöhrchen oder eine

Plastiktüte gegeben, beschriftet und im Anschluss an die Begehung bei -20 °C tiefgefroren. Bei der ersten mehrtägigen Kartierung wurden die DNA-Proben in der Hütte, auf welcher übernachtet wurde, tiefgefroren und vor dem Abstieg ins Tal wieder mitgenommen. Die Proben tauten dabei allerdings teilweise auf und wurden erneut tiefgefroren, was die Qualität für molekulare Analysen verschlechterte. Aus diesem Grund wurden die Proben nachfolgend auf den Hütten nicht mehr zwischengekühlt, sondern erst bei der Ankunft im Tal eingefroren. Waren an einer Fundstelle mehrere Nachweise von demselben Individuum vorhanden, wurde beispielsweise nur eine Losungswalze mitgenommen. Der Rest wurde zertreten, um einen Wiederfund zu vermeiden. Weiters mussten Nachweispunkte einen Abstand von mindestens 50 m zueinander aufweisen, wenn es Hinweis auf unterschiedliche Individuen gab. Für Nachweise, welche in geringerem Abstand auftraten, wurde nur ein Nachweispunkt im GPS-Gerät markiert und es wurde nur ein Protokoll ausgefüllt. Die Proben unterschiedlicher Lage wurden mit zusätzlichen Buchstaben (A, B, C, usw.) beschriftet.

Mittels DNA-Analysen können die Proben einzelnen Individuen zugeordnet werden. Im Zuge von Folgeuntersuchungen im Jahr 2020 werden jene Proben von 2019 mitanalysiert sowie weitere genetische Proben gesammelt, um eventuelle Standortänderungen während eines Jahres und darüber hinaus zu detektieren (mündliche Information R. Lentner).

Am Ende jeder Kartierung wurde die begangene Route auf dem GPS-Gerät gespeichert. Diese Daten, welche auch die Nachweispunkte enthielten, wurden bei der Ankunft im Tal sofort auf einem PC abgespeichert (Software: MapSource 6.12.7, Garmin Ltd.).

Die neun Untersuchungsflächen im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen wurden insgesamt dreimal kartiert, um unterschiedliche Zeiträume abzudecken. Der erste Durchgang erfolgte im Spätfrühjahr (05.07. – 22.07.2019), der zweite im Sommer (05.08. – 28.08.2019) und der dritte im Herbst (22.09. – 17.10.2019; siehe Anhang Tab. 31). Aufgrund schlechter Witterungsbedingungen und der enormen Schneelage konnte erst im Juli mit den Kartierungen begonnen werden, um gefahrlose Begehungen zu ermöglichen.

Im Sommer wurde keine Zählung der singenden Hähne durchgeführt, da die Alpenschneehühner in dieser Zeit mit der Jungenaufzucht beschäftigt sind und die Hähne daher ihr Revier nicht abstecken (mündliche Information R. Lentner). Bei der Schleifenlinientaxierung war darauf zu achten, dass in den unterschiedlichen Durchgängen nicht dieselben Routen begangen wurden.

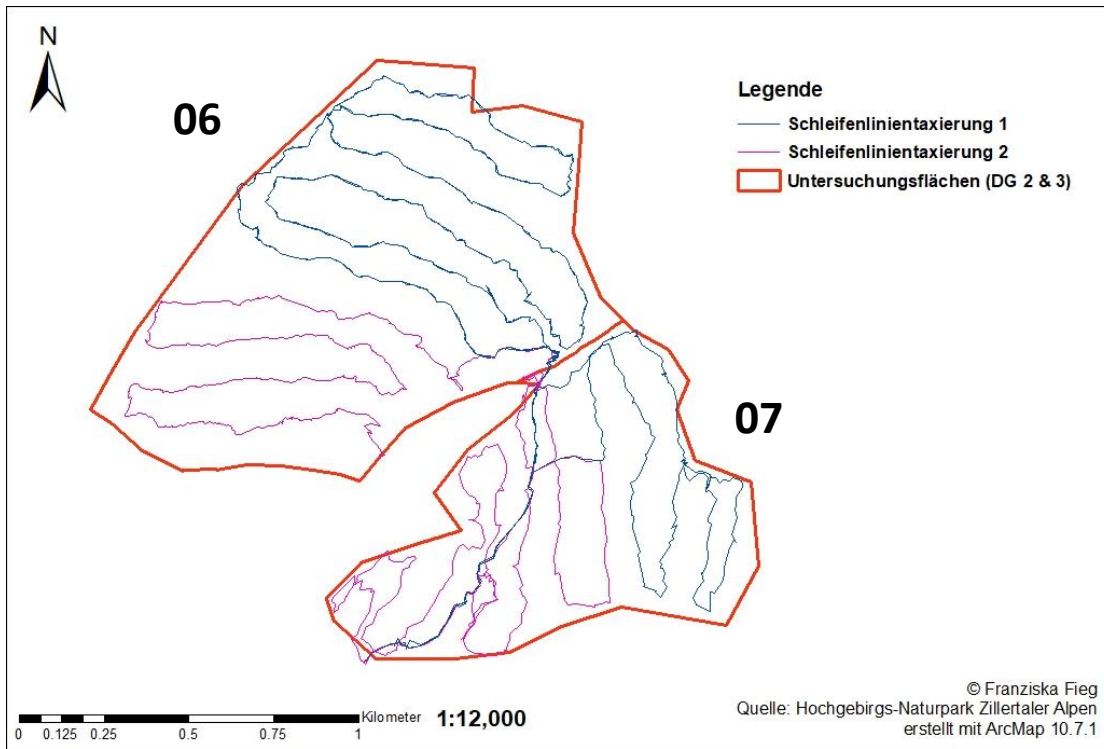


Abbildung 13: Schema der Schleifenlinientaxierung. Beispiel aus der zweiten Begehung der Gebiete 06 und 07.

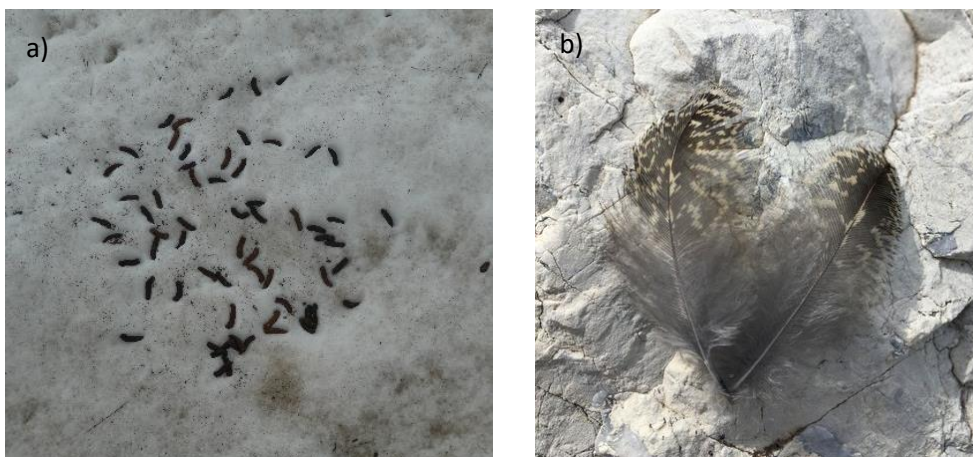


Abbildung 14 a) und b): a) Beispiel eines Losungsfundes vom Alpenschneehuhn auf einer Schneefläche © Franziska Fieg. b) Sommerfedern eines Alpenschneehuhns © Anselm Fried.

2.4. Auswertung und Statistik

2.4.1. Analyse der Aufnahmeprotokolle

Alle im Feld erfassten Daten der Aufnahmeprotokolle wurden mit Microsoft Access in eine Datenbank eingetragen und anschließend in Microsoft Excel weiterverarbeitet. Mehrfach vorhandene Nachweispunkte wurden entfernt, wenn von dem selbem Nachweis mehrere genetische Proben mitgenommen wurden. Handelte es sich um unterschiedliche Nachweise

mit verschiedenen Eigenschaften, welche aber aufgrund der geografischen Nähe als ein Nachweispunkt verortet wurden, blieben alle Daten erhalten. Anschließend wurden die nachgewiesene Hühnerart, Art und Ort des Nachweises, der Lebensraumtyp sowie die Schneebedeckung im Umkreis von 30 m um den Nachweis und das Relief der Fundstelle analysiert. Weiters wurden die Nachweise in alte und frische Proben unterteilt, um Unterschiede im Nachweisort und Lebensraumtyp zu detektieren. (siehe Anhang Tab. 30)

2.4.2. Daten der Schleifenlinientaxierung

Die gespeicherten Daten der GPS-Geräte wurden in ArcMap 10.7.1 geladen und dort weiterverarbeitet. Falsch verortete Punkte wurden entfernt und Nachweise, welche weniger als 50 m Abstand zueinander aufwiesen, wurden zu einem Punkt zusammengefügt, mit Ausnahme jener Nachweispunkte, welche von unterschiedlichen Personen oder zeitlich unabhängig voneinander aufgenommen wurden. Von mehreren Personen zeitgleich begangene Routenabschnitte (z.B. Einschulung einer Person, gemeinsamer Rückweg) wurden auf eine Linie reduziert, um eine Überschätzung der kartierten Strecke zu vermeiden.

Über die Untersuchungsflächen wurde ein 100 x 100 m Raster gelegt und für jede einzelne Rasterzelle mittels der zonalen Statistik von ArcMap 10.7.1 die mittlere Meereshöhe, mittlere Steilheit, überwiegende Exposition, und überwiegende Landnutzung (Rüdisser et al. 2012) berechnet. Weiters wurde der prozentuale Anteil der Schneebedeckung innerhalb jeder Rasterzelle ermittelt. Als Basis dafür dienten Satellitendaten (ESA 2020), anhand welcher die Schneefelder in ArcMap 10.7.1 bei einem Maßstab von 1:5000 digitalisiert wurden. Sofern keine Bewölkung vorlag, wurden jene Satellitenbilder verwendet, welche zeitlich am nächsten der Kartierung des jeweiligen Gebiets aufgenommen worden waren. (siehe Tab. 3 und 4, Anhang Abb. 56 - 81)

Um relative Vergleichsdaten zu erhalten, wurde in Microsoft Excel für jede Rasterzelle und jeden Kartierungsdurchgang die Anzahl der Nachweise pro 100 m begangener Route berechnet und anschließend mit den Daten der Meereshöhe, Steilheit, Exposition, Landnutzung und Schneebedeckung verglichen. Bei der Herbstkartierung im Gebiet 09 fiel das GPS-Gerät aus, weswegen die begangene Route teilweise nicht aufgezeichnet wurde. Da die Gebietsabgrenzung aus den ersten Kartierungsdurchgängen bekannt war, wurde die Schleifenlinientaxierung ohne Orientierung mittels GPS-Gerät weitergeführt. Die Abstände von etwa 100 m wurden geschätzt. Nachweise wurden mittels Google Maps auf dem

Smartphone verortet und anschließend digitalisiert. Für die weitere Auswertung wurden diese zehn Nachweispunkte jedoch vernachlässigt, da keine zugehörige Route verfügbar war und somit die Nachweise pro 100 m begangener Strecke nicht berechnet werden konnten.

Um Daten der gesamten Untersuchungsperiode zu erhalten, wurde für jede Rasterzelle der Mittelwert der Nachweise pro 100 m begangener Route aller drei Durchgänge berechnet. Einige Rasterzellen wurden bei keinem der drei Durchgänge begangen, da sie nur zu einem geringen Anteil innerhalb der Untersuchungsflächen liegen und meist nicht komplett bis zur Gebietsgrenze kartiert wurde. Weil in jedem Durchgang unterschiedliche Routen gewählt wurden, gibt es Rasterzellen, welche ein- oder zweimal begangen wurden und für jene der Mittelwert aus den begangenen Durchgängen berechnet wurde. Auch mit den Rasterzellen, welche aufgrund des ausgefallenen GPS-Gerätes im dritten Durchgang wegfielen, wurde so vorgegangen. Zum Vergleich der Nachweise in den einzelnen Kartierungsdurchgängen wurde in RStudio (RStudio Team (2019). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>) eine „zero-inflated“ Poisson Regression ($\alpha = 0,05$) berechnet, da der Datensatz viele Nullen (Rasterzellen ohne Nachweis) enthielt.

Tabelle 3: verfügbare Meereshöhe [m] und Exposition aller Rasterzellen über das gesamte Untersuchungsgebiet. n=1086 Rasterzellen.

Meereshöhe [m]	> 1800 - 1900	> 1900 - 2000	> 2000 - 2100	> 2100 - 2200	> 2200 - 2300	> 2300 - 2400	> 2400 - 2500	> 2500 - 2600	> 2600 - 2700
Verfügbarkeit im Untersuchungsgebiet [%]	0,18	1,10	4,42	16,67	18,97	20,35	19,80	14,27	4,24
Exposition	Flach	Nord	Nord- ost	Ost	Südost	Süd	Süd- west	West	Nord- west
Verfügbarkeit im Untersuchungsgebiet [%]	0,18	4,24	3,41	4,14	14,27	25,97	17,59	23,94	6,26

Tabelle 4: verfügbare Steilheit [°] und Landnutzung aller Rasterzellen über das gesamte Untersuchungsgebiet. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. n=1086 Rasterzellen.

Steilheit [°]	≤ 10	>10 - 20	>20 - 30	>30 - 40	>40
Verfügbarkeit im Untersuchungsgebiet [%]	4,33	46,04	38,77	9,94	0,92
Landnutzung	2315	3123	2311	3321	3331
Verfügbarkeit im Untersuchungsgebiet [%]	29,93	0,09	12,52	20,17	37,29

2.4.3. Vergleich der von Alpenschneehühnern genutzten Parameter mit der Verfügbarkeit im gesamten Untersuchungsgebiet

In der Folge wurden die Ergebnisse der unterschiedlichen Durchgänge miteinander verglichen, um zu ermitteln, ob sich Alpenschneehühner im Verlauf der Untersuchungsperiode in unterschiedlichen Räumen aufhalten. Sowohl für die einzelnen Durchgänge als auch für die Werte über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg wurden die Parameter der Rasterzellen, welche Nachweise enthielten, mit jenen im gesamten Untersuchungsgebiet verglichen, um Präferenzen der Alpenschneehühner festzustellen. Dabei wurde der Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961) herangezogen, indem der Anteil eines bestimmten Parameters an den Rasterzellen mit Nachweisen mit dem entsprechenden Anteil an allen Rasterzellen des Gebietes verglichen wird.

Die von Ivlev (1961) verwendete Formel lautet:

$$E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

r_i Anteil der Rasterzellen einer bestimmten Eigenschaft an jenen Rasterzellen, welche Nachweise enthalten

p_i Anteil der Rasterzellen einer bestimmten Eigenschaft an allen Rasterzellen des Untersuchungsgebiets

Die Ergebnisse reichen dabei von - 1 bis + 1, wobei ein negatives Vorzeichen Vermeidung beschreibt, während ein positives Vorzeichen auf Präferenz hindeutet. Werte $\leq - 0,5$ und $\geq 0,5$ können als Selektion gewertet werden. (Ivlev 1961)

Parameter, welche nicht begangen wurden (Bereiche $> 40^\circ$ Steilheit, flache Bereiche, Silikatischer Lärchen-Fichtenwald in G 01), ergeben laut der Berechnung einen Präferenzindex (Ivlev 1961) von - 1. Diese Werte werden im Ergebnisteil nicht angeführt, da sie aufgrund der fehlenden Begehung keine Aussage für Präferenzen oder Abneigungen liefern.

Weiters wurden in RStudio mithilfe einer multiplen logistischen Regression die Einflüsse der Parameter Meereshöhe, Steilheit, Exposition, Landnutzung und Schneebedeckung auf die Anzahl der Nachweise untersucht, um statistische Signifikanzen zu ermitteln. Das Signifikanzniveau wurde dabei auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

2.4.4. Einfluss von Wanderwegen

Als Maß für die mögliche Störung durch menschliche Anwesenheit wurde der Einfluss von Wanderwegen auf die Habitatwahl der Alpenschneehühner untersucht. Dafür wurden in ArcMap 10.7.1 die Wanderwege der Naturparkregion den Rasterzellen zugewiesen. Die entsprechenden Daten wurden von der Raumstudie im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen (Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung 2014) bezogen. Auch hierbei wurde der Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961) angewandt, um Präferenzen festzustellen.

2.4.5. Auswertung der singenden Hähne am Morgen

Die Standorte der singenden Hähne am Morgen, welche in einer Feldkarte eingezeichnet wurden, wurden in ArcMap 10.7.1 verortet und ebenfalls mit den Parametern Meereshöhe, Exposition, Steilheit, Landnutzung und Schneebedeckung der 100 x 100 m Raster in Bezug gesetzt. Weiters wurden die unterschiedlichen Zeiträume Spätfrühjahr und Herbst miteinander verglichen, um saisonale Aktivitätsmuster zu ermitteln. Aufgrund der geringen Nachweiszahl (n=16 singende Hähne) wurden die Parameter der Rasterzellen nicht mit der entsprechenden Verfügbarkeit im gesamten Gebiet verglichen.

3. Ergebnisse

3.1. Analyse der Aufnahmeprotokolle

Im folgenden Kapitel werden die Auswertungen der im Feld ausgefüllten Aufnahmeprotokolle beschrieben. Zuerst wird die Anzahl und Verteilung der Nachweispunkte in den Untersuchungsflächen betrachtet. Nachfolgend werden die Daten der nachgewiesenen Hühnerarten, sowie der Art und des Ortes des Nachweises dargestellt und die Parameter Lebensraumtyp, Relief und Schneebedeckung beleuchtet. Zusätzlich werden Unterschiede der Nachweisorte und Lebensraumtypen zwischen alten und frischen Nachweisen erläutert.

3.1.1. Nachweise allgemein

Insgesamt wurden während der Schleifenlinientaxierungen 221 Nachweise erbracht, welche mit dem GPS-Gerät verortet wurden. Teilweise enthält ein Nachweispunkt Informationen unterschiedlicher Funde oder Beobachtungen, wenn diese innerhalb von 50 m zueinander lagen und es sich vermutlich um dasselbe Individuum handelte. Aus diesem Grund liegt die Anzahl der Nachweise im Folgenden höher (n=236 Nachweise). Die meisten Nachweise konnten während der ersten Kartierung im Spätfrühjahr erbracht werden (102), in den darauffolgenden Durchgängen konnten im Sommer 59 und im Herbst 60 Nachweise aufgenommen werden. Im Spätfrühjahr wurden in jedem Untersuchungsgebiet Hinweise auf Hühnerarten gefunden, während im Sommer in Gebiet 05 und im Herbst in Gebiet 07 keine Hühner nachgewiesen werden konnten. Über den kompletten Untersuchungszeitraum hinweg wurden in den aneinandergrenzenden Gebieten 08 und 09 im Zillergrund die meisten Nachweise erbracht. In diesen beiden Gebieten wurden auch in allen drei Durchgängen ähnlich viele Nachweise gefunden. In den Gebieten 02 und 03 wurden jeweils 24-mal Hühner nachgewiesen, gefolgt von den Gebieten 06 und 07 mit 14 bzw. 17 Nachweisen. Die wenigsten Nachweise konnten in den Gebieten 01, 04 und 05 erbracht werden. (siehe Tab. 5, Abb. 15 – 23)

Tabelle 5: Anzahl der Nachweise pro Gebiet (01 - 09) und Kartierungsdurchgang (DG). n=221 Nachweise.

Gebiet	01	02	03	04	05	06	07	08	09	gesamt
DG 1	6	10	12	6	6	10	12	18	22	102
DG 2	2	5	7	1	0	1	5	23	15	59
DG 3	1	9	5	2	1	3	0	20	19	60
gesamt	9	24	24	9	7	14	17	61	56	221

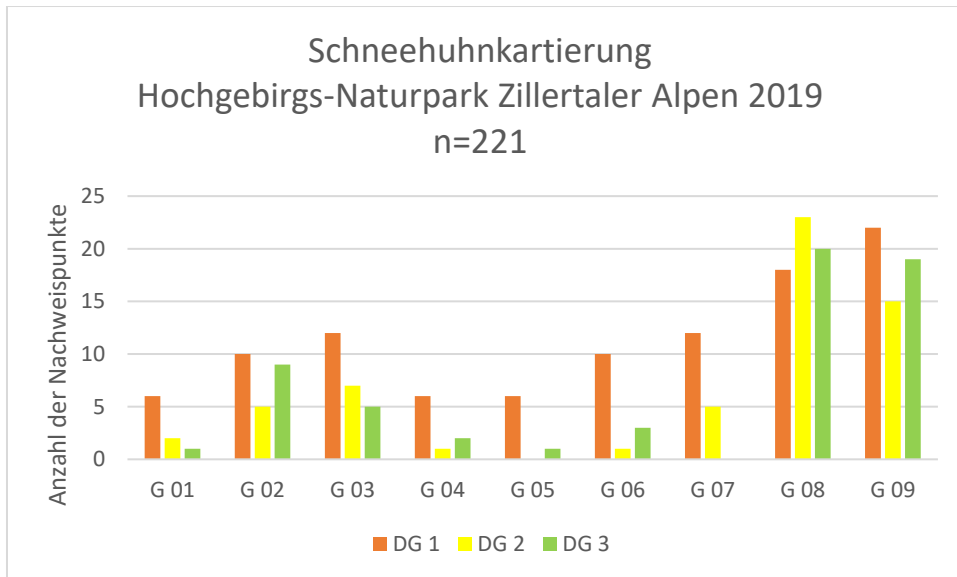


Abbildung 15: Anzahl der Nachweispunkte pro Gebiet (G 01 - G 09) und Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=221 Nachweise.

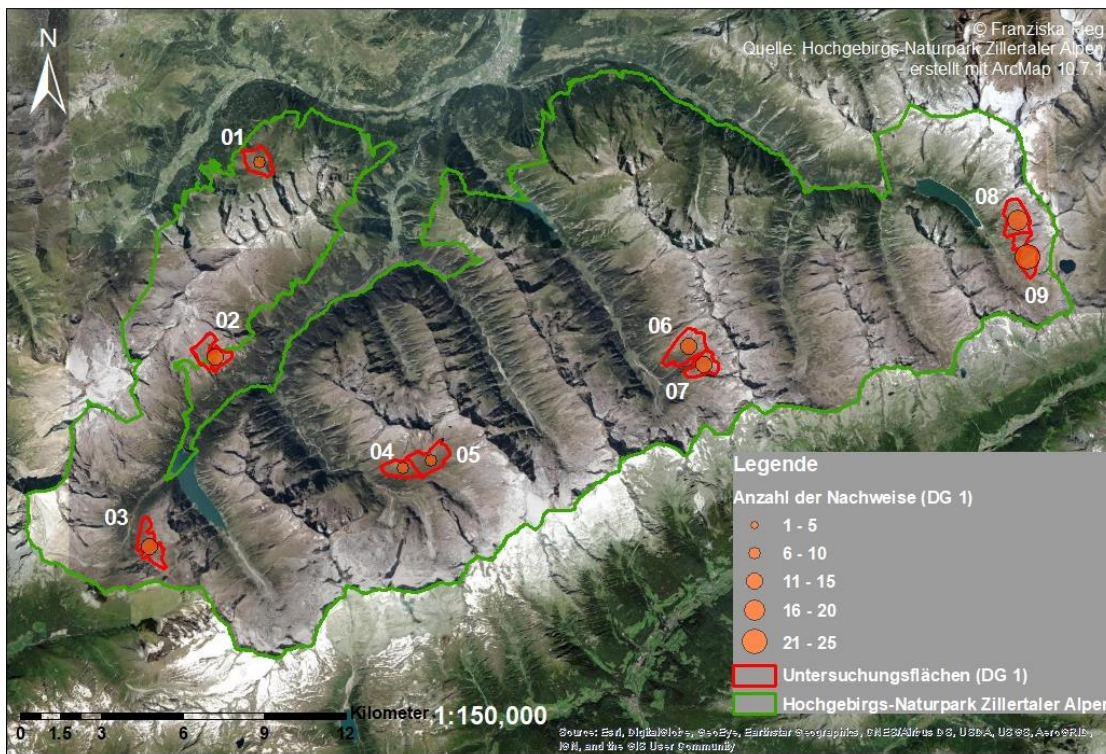


Abbildung 16: Anzahl der Nachweise des ersten Kartierdurchgangs (DG 1) in allen Untersuchungsgebieten. n=102 Nachweise.

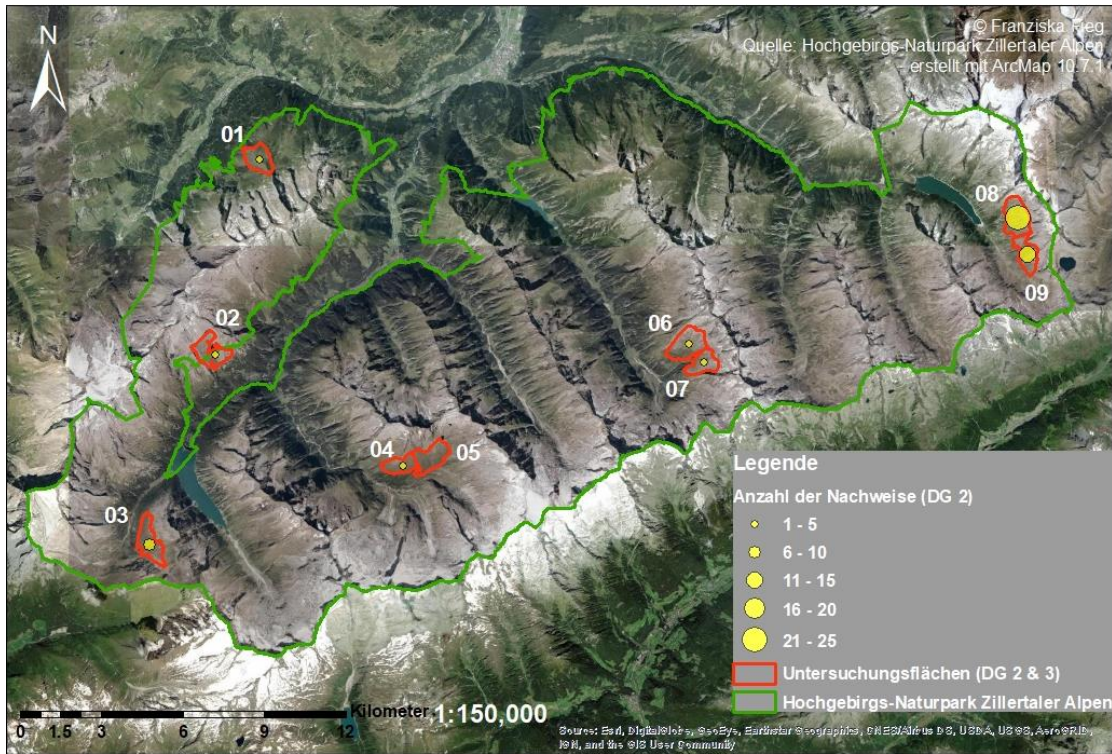


Abbildung 17: Anzahl der Nachweise des zweiten Kartierdurchgangs (DG 2) in allen Untersuchungsgebieten. n=59 Nachweise.

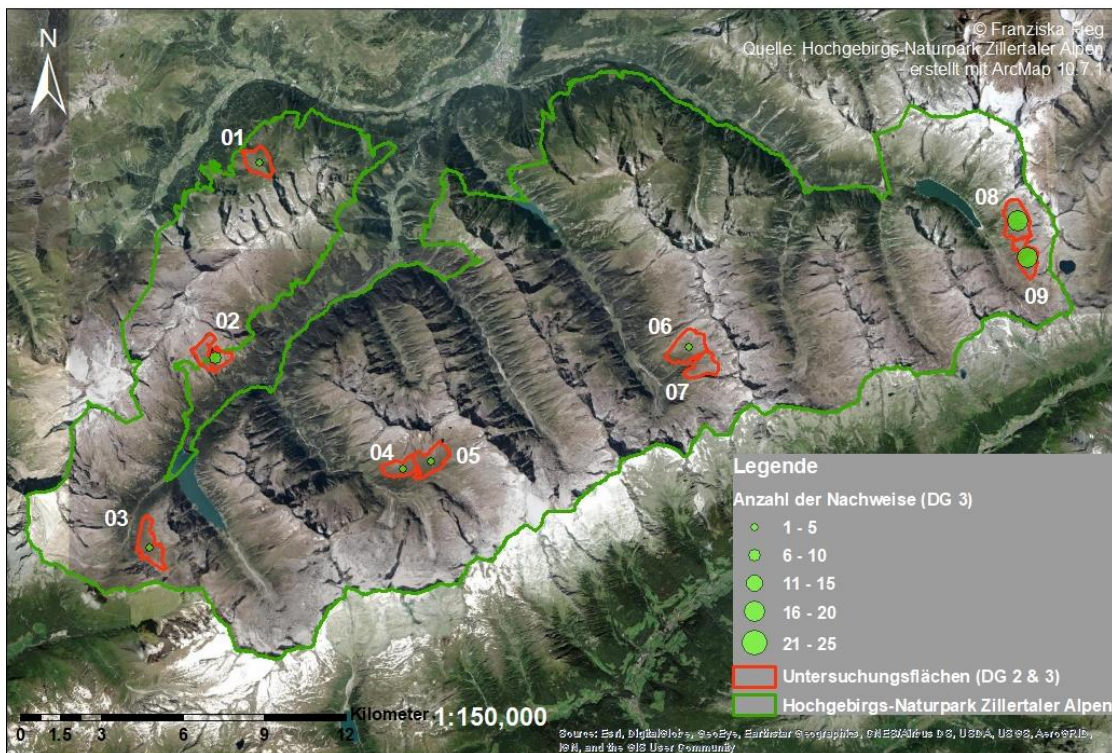


Abbildung 18: Anzahl der Nachweise des dritten Kartierdurchgangs (DG 3) in allen Untersuchungsgebieten. n=60 Nachweise.

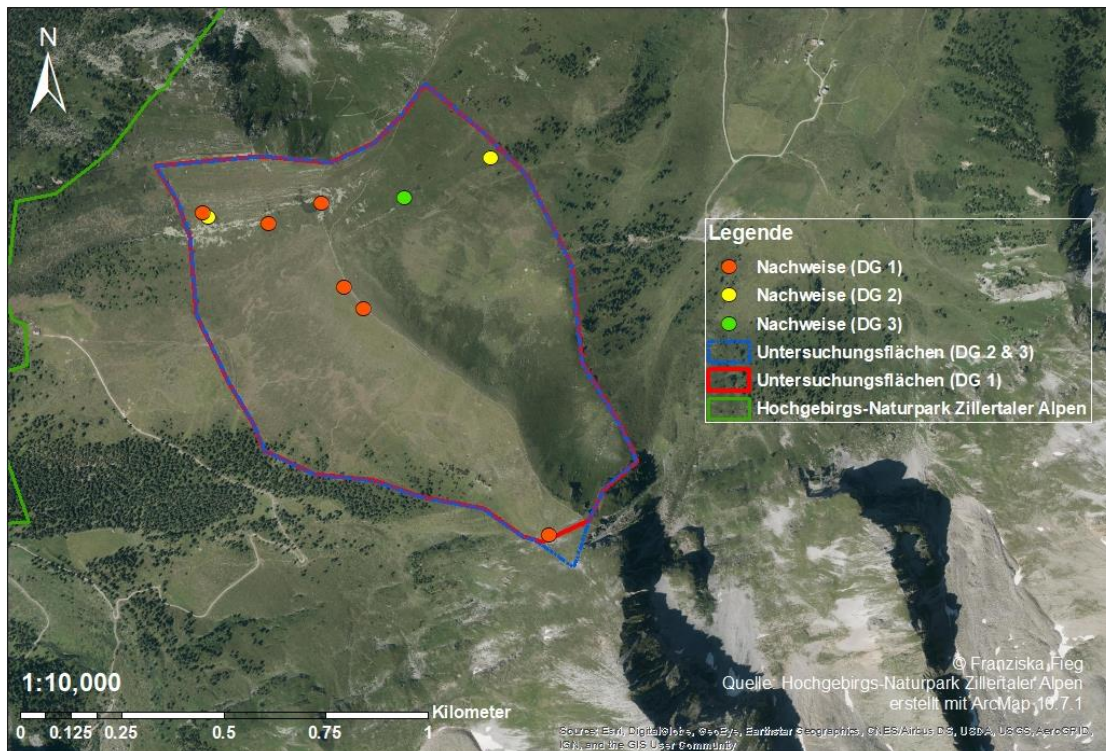


Abbildung 19: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) im Untersuchungsgebiet 01.

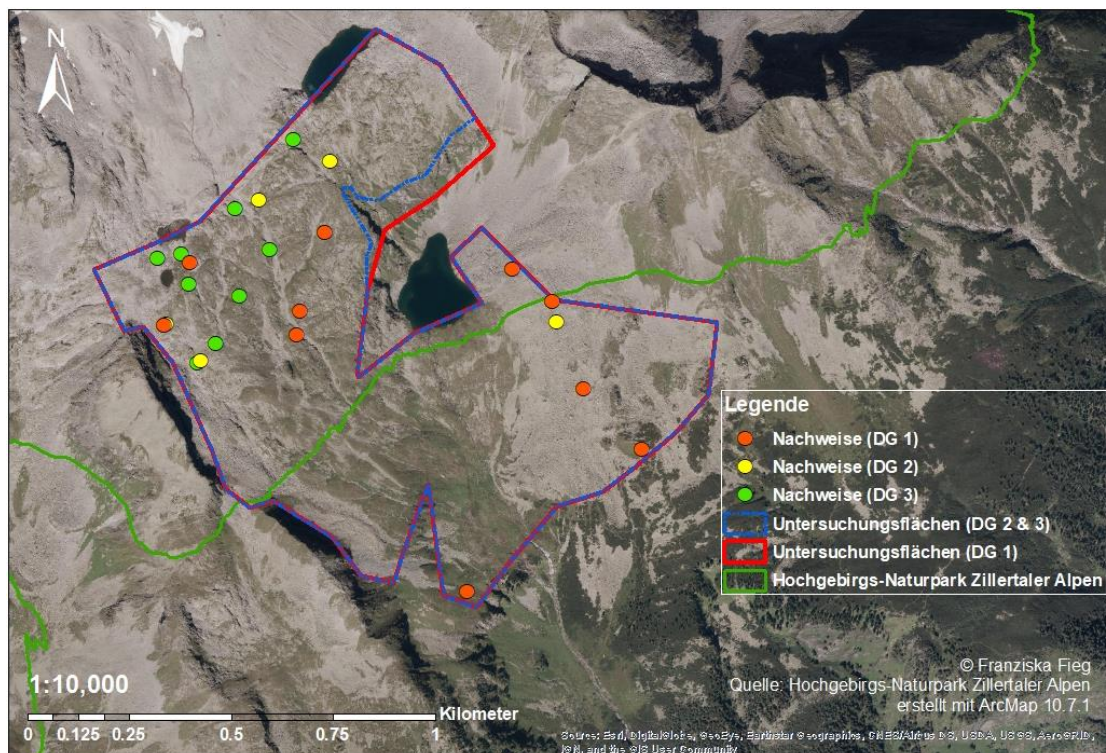


Abbildung 20: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) im Untersuchungsgebiet 02.

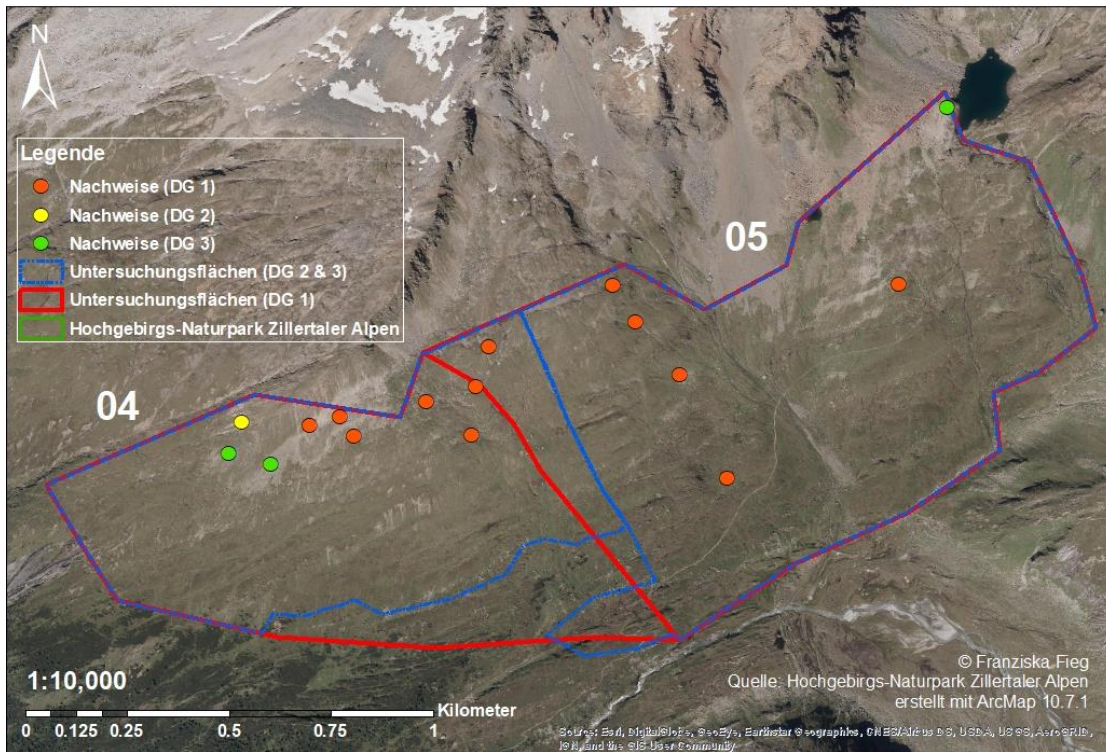


Abbildung 21: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) in den Untersuchungsgebieten 04 und 05.

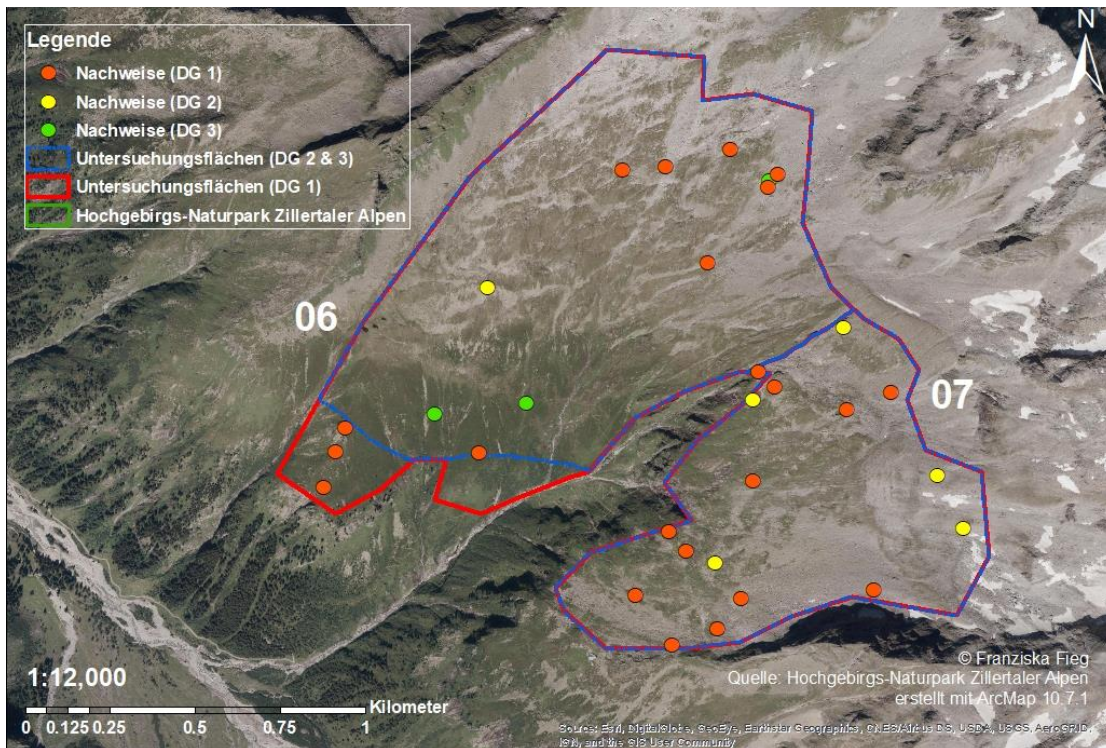


Abbildung 22: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) in den Untersuchungsgebieten 06 und 07.

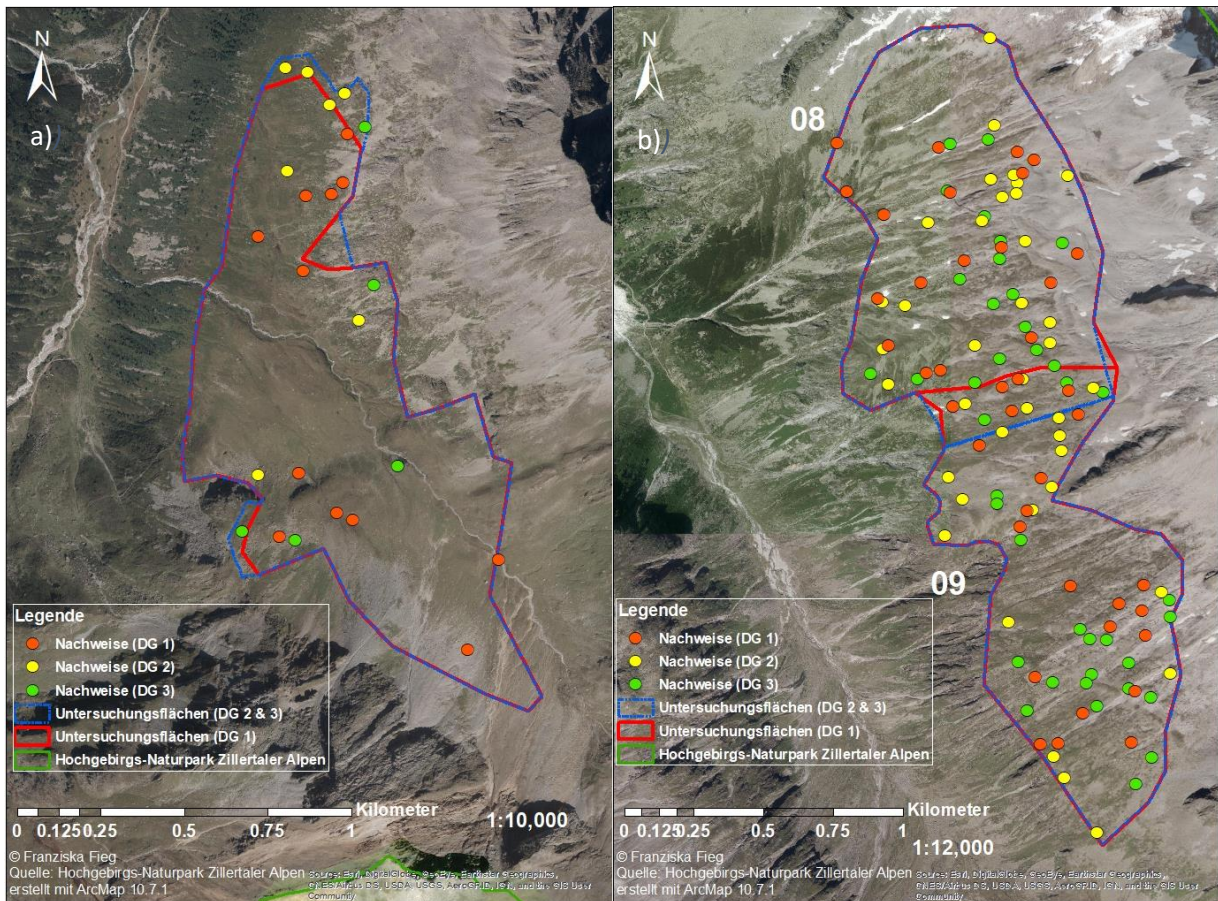


Abbildung 23 a) und b): Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) in den Untersuchungsgebieten a) 03, b) 08 und 09.

3.1.2. Nachgewiesene Hühnerarten

Während der gesamten Untersuchungsperiode wurden 217 Hinweise auf Alpenschneehühner gefunden, eine Losung wurde durch R. Lentner dem Steinhuhn zugeschrieben und ein Birkhahn wurde im unteren Bereich von Gebiet 06 auf einer Höhe von ca. 1080 m gesichtet. 17 Nachweise konnten keiner bestimmten Art zugeordnet werden. (siehe Tab. 6)

Dabei deuteten einige Losungen auf Steinhühner hin, es könnte sich jedoch auch um deformierte Losungen von Alpenschneehühnern gehandelt haben. Eine Sichtung konnte nicht eindeutig identifiziert werden, weil im Gegenlicht der Sonne Farbe und Größe des aufflatternden Hühnervogels nicht erkannt wurden. Sechsmal konnten gefundene Federn keiner Art zugeordnet werden. Die Artbestimmung wird im Zuge der genetischen Analysen stattfinden. Eine weitere Sichtung wurde als unklar definiert, da in der Nähe frische Losung gefunden wurde, welche entweder vom Alpenschneehuhn oder vom Steinhuhn stammen könnte.

Tabelle 6: Anzahl der nachgewiesenen Hühnerarten pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3) und über die gesamte Untersuchungsperiode (gesamt). n=236 Nachweise.

Art	DG1	DG2	DG3	gesamt
Alpenschneehuhn <i>L. m. helvetica</i>	98	55	64	217
Steinhuhn <i>Alectoris graeca</i>	1	0	0	1
Birkhuhn <i>Tetrao tetrix</i>	0	0	1	1
unklar	6	6	5	17

3.1.3. Nachweisart

Mit 75,2 % wurde der Großteil der Nachweise durch Losungen erbracht. 24-mal wurden Spuren von Alpenschneehühnern gefunden, 21-mal konnten Federn von Raufußhühnern entdeckt werden und zwölfmal wurden Hühnervögel gesichtet. Dreimal konnte der Gesang oder Ruf außerhalb der Zählungen von singenden Hähnen in den Morgenstunden Raufußhühnern zugeordnet werden. Eine Blinddarmlosung wurde gefunden, Risse und Rupfungen konnten nicht nachgewiesen werden. (siehe Tab. 7, Abb. 24)

Die Dominanz von Losungen als Nachweis zeichnet sich bei allen Durchgängen ab, wohingegen Spuren nur im Herbstdurchgang auftraten, da es vor der Kartierung der Gebiete 08 und 09 frisch geschneit hatte. Im Spätfrühjahr wurde im Gebiet 02 ein Alpenschneehuhnparchen gesichtet. Während der Sommerkartierung konnte im Gebiet 03 ein Muttertier mit ihren Jungen beobachtet werden und im Gebiet 02 ein Hahn. Die meisten Hühner wurden bei der Herbstkartierung gesichtet, alle sechs Alpenschneehühner in den Gebieten 08 und 09, welche zu dieser Zeit schneebedeckt waren. Auch der Birkhahn (Gebiet 06) wurde im Herbst gesichtet. Im Sommer konnte kein Gesang oder Ruf vernommen werden, während im Frühjahr zweimal und im Herbst einmal der Gesang eines Alpenschneehuhns außerhalb der Zählungen am Morgen nachgewiesen wurde. Die meisten Nachweise durch Federn (10) wurden in der Spätfrühjahrskartierung erbracht, im Sommer wurden viermal und im Herbst siebenmal Federn von Raufußhühnern gefunden. (siehe Tab. 8, Abb. 25)

Tabelle 7: Anzahl und Anteil [%] der Nachweisarten über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Nachweisart	Losung	Blinddarmlosung	Feder	Sichtung	Spur	Gesang/Ruf	Riss	Rupfung	Andere
Anzahl	185	1	21	12	24	3	0	0	0
Anteil [%]	75,20	0,41	8,54	4,88	9,76	1,22	0	0	0

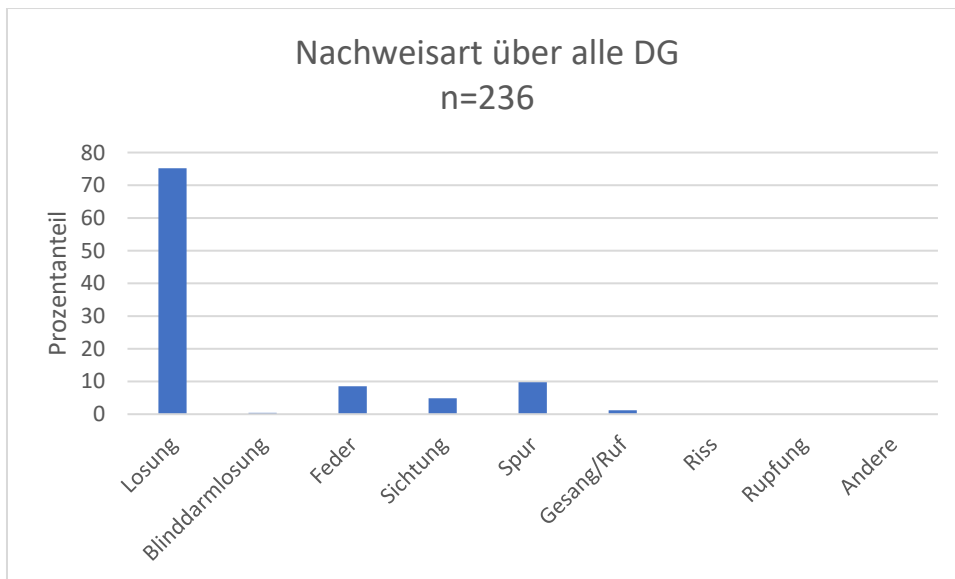


Abbildung 24: Anteil [%] der Nachweisarten über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Tabelle 8: Anteil [%] der Nachweisarten pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

Nachweisart	Losung	Blinddarmlosung	Feder	Sichtung	Spur	Gesang/ Ruf
DG 1 [%]	86,79	0	9,43	1,89	0	1,89
DG 2 [%]	90,16	0	6,56	3,28	0	0
DG 3 [%]	48,10	1,27	8,86	10,13	30,38	1,27

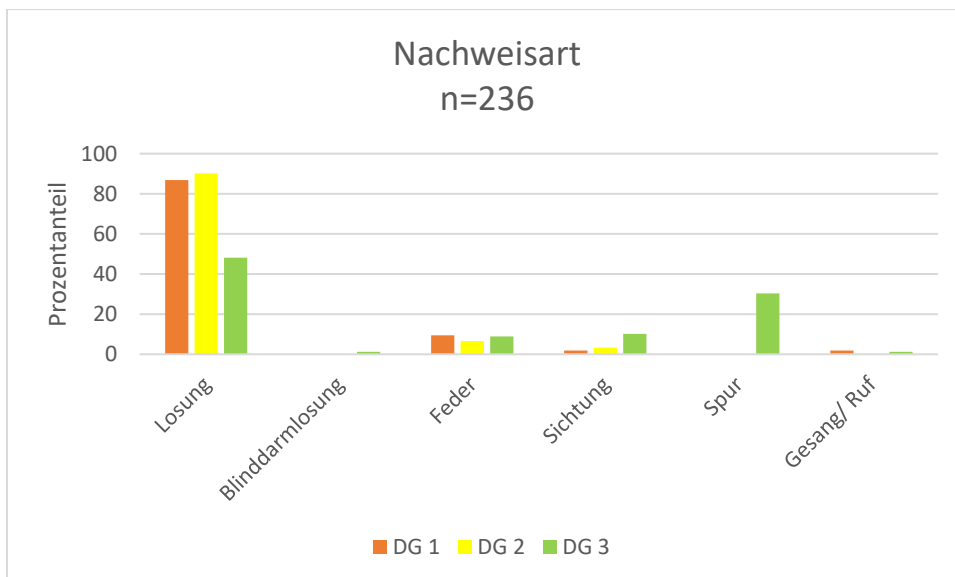


Abbildung 25: Anteil [%] der Nachweisart pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

Bei den 185 Nachweisen durch Losungen wurde weiter nach der Anzahl von Losungswalzen auf einem Fundort unterschieden. Dabei wurde am häufigsten die Kategorie „1 – 5“ gewählt (51,89 %), gefolgt von „mehr“ (31,35 %) und „6 – 12“ (16,76 %). Jene Funde mit mehr als zwölf Losungswalzen deuten auf eine Schneehöhle oder einen Schlafplatz von Alpenschneehühnern hin, an welchen sich die Vögel länger am Stück aufhalten und somit auch mehr Losung

ausscheiden. Im Vergleich der drei Kartierungsdurchgänge fällt auf, dass sich der Anteil von Losungen mit mehr als zwölf Walzen im Laufe der Untersuchungsperiode verringert, während der Anteil von „1 – 5“ steigt. (siehe Abb. 26)

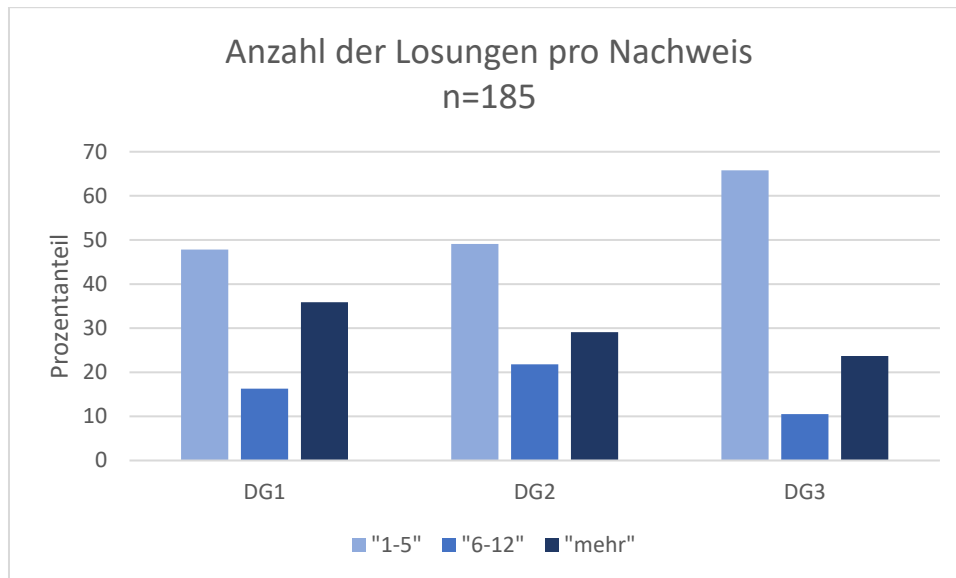


Abbildung 26: Anteil [%] der Anzahl von Lösungswalzen eines Nachweises pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=185 Lösungsfunde.

3.1.4. Nachweisort

Die Hälfte aller Nachweise, vor allem in Form von Losungen, wurde bei/ unter/ auf Felsen gefunden. Je 45-mal wurden Nachweise am Boden und auf Schneefeldern erbracht und 22-mal gab es Hinweise auf eine Schneehöhle oder einen Schlafplatz, welche durch die große Anzahl von Lösungswalzen auf einem Haufen gekennzeichnet sind. Vier Nachweise wurden bei/ unter einem Strauch erfasst, einmal wurden mehrere Alpenschneehühner im Flug gesichtet und eine Huderstelle wurde entdeckt. Diese Sandbadestellen werden von Hühnervögeln genutzt, um ihr Gefieder zu pflegen und zeichnen sich deshalb durch eine Mulde im Boden mit vielen Federn aus (Glutz von Blotzheim et al. 1973). (siehe Tab. 9, Abb. 27)

In jedem der Kartierungsdurchgänge wurden die meisten Funde bei/ unter/ auf Felsen nachgewiesen, wobei während der Herbstkartierung ebenso viele auf Schneefeldern gefunden wurden. Mit 18,87 % wurden auch im Spätfrühjahr die Nachweise am zweithäufigsten auf Schneefeldern erbracht, während im Sommer nur ein einziger Nachweis auf Schnee gefunden wurde, da kaum Schneefelder vorhanden waren (siehe 3.5.4. Schneebedeckung). Am Boden wurden pro Durchgang in etwa gleich viele Nachweise

gefunden, anteilmäßig machte dieser Nachweisort im Spätfrühjahr jedoch weniger aus als im Sommer und Herbst. Schneehöhlen oder Schlafplätze konnten vor allem in den ersten beiden Kartierungsdurchgängen nachgewiesen werden, bei der dritten Begehung wurden nur drei Hinweise darauf gefunden. Weiters zeigt sich, dass in den Gebieten 04 und 05 keine Hinweise auf Schneehöhlen oder Schlafplätze erbracht werden konnten (siehe Abb. 29). Nachweise bei/ unter Sträuchern konnten nur im Spätfrühjahr erbracht werden, die Huderstelle und die Alpenschneehühner im Flug wurden während der Herbstkartierung beobachtet.

(siehe Tab. 10, Abb. 28)

Tabelle 9: Anzahl und Anteil [%] der Nachweisorte über die gesamte Untersuchungsperiode. Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.

Nachweisort	Strauch	Boden	Schnee	Felsen	Schneehöhle/ Schlafplatz	Huderstelle	Andere (im Flug)
Anzahl	4	45	45	118	22	1	1
Anteil [%]	1,69	19,07	19,07	50	9,32	0,42	0,42

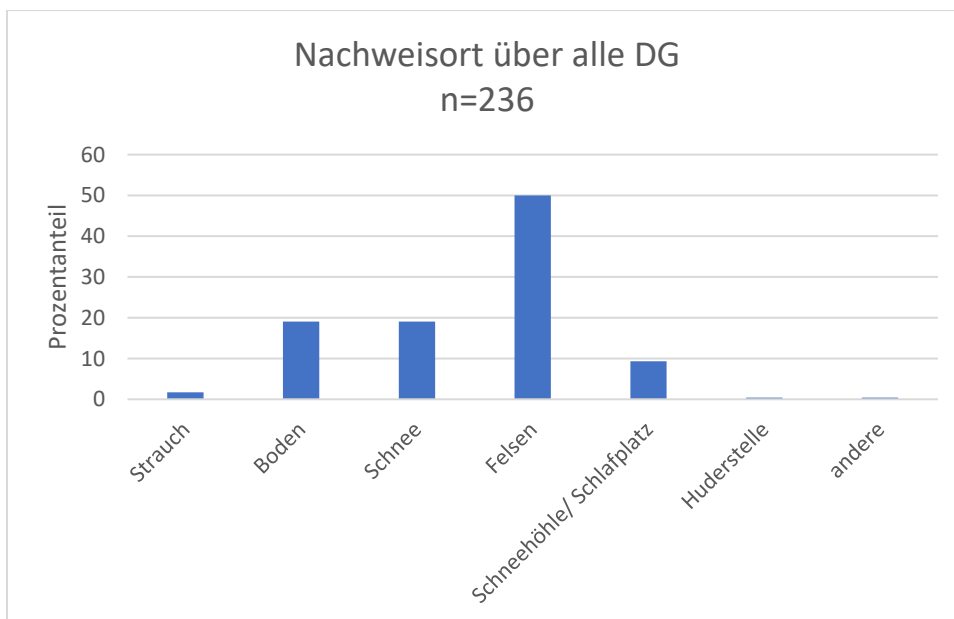


Abbildung 27: Anteil [%] der Nachweisorte über die gesamte Untersuchungsperiode. Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.

Tabelle 10: Anteil [%] der Nachweisorte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.

Nachweisort	Strauch	Boden	Schnee	Felsen	Schneehöhle/ Schlafplatz	Huderstelle	Andere (im Flug)
DG1 [%]	3,77	13,21	18,87	55,66	8,49	0	0
DG2 [%]	0	23,33	1,67	58,33	16,67	0	0
DG3 [%]	0	24,29	34,29	34,29	4,29	1,43	1,43

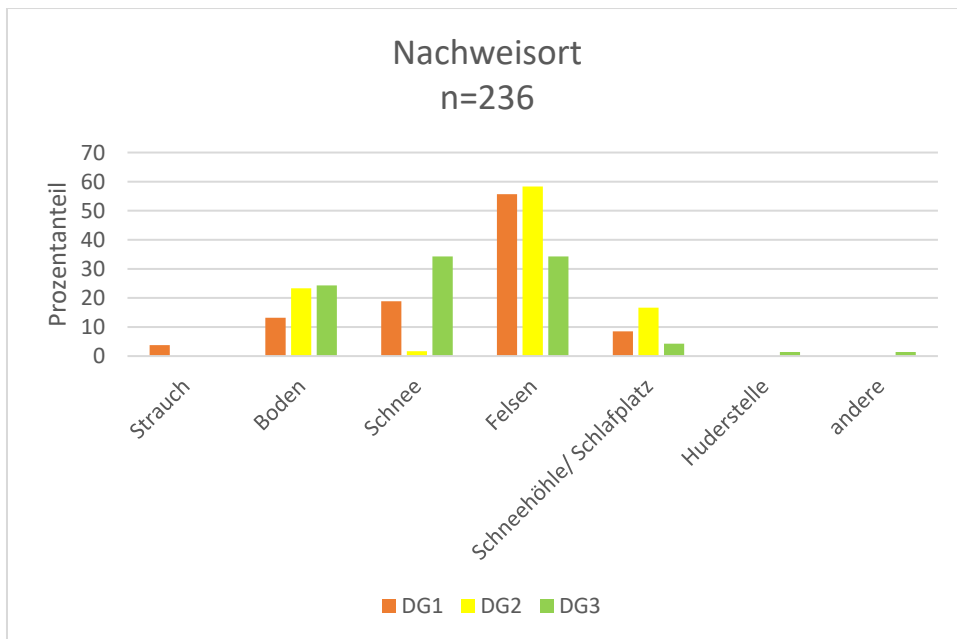


Abbildung 28: Anteil [%] der Nachweisorte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.

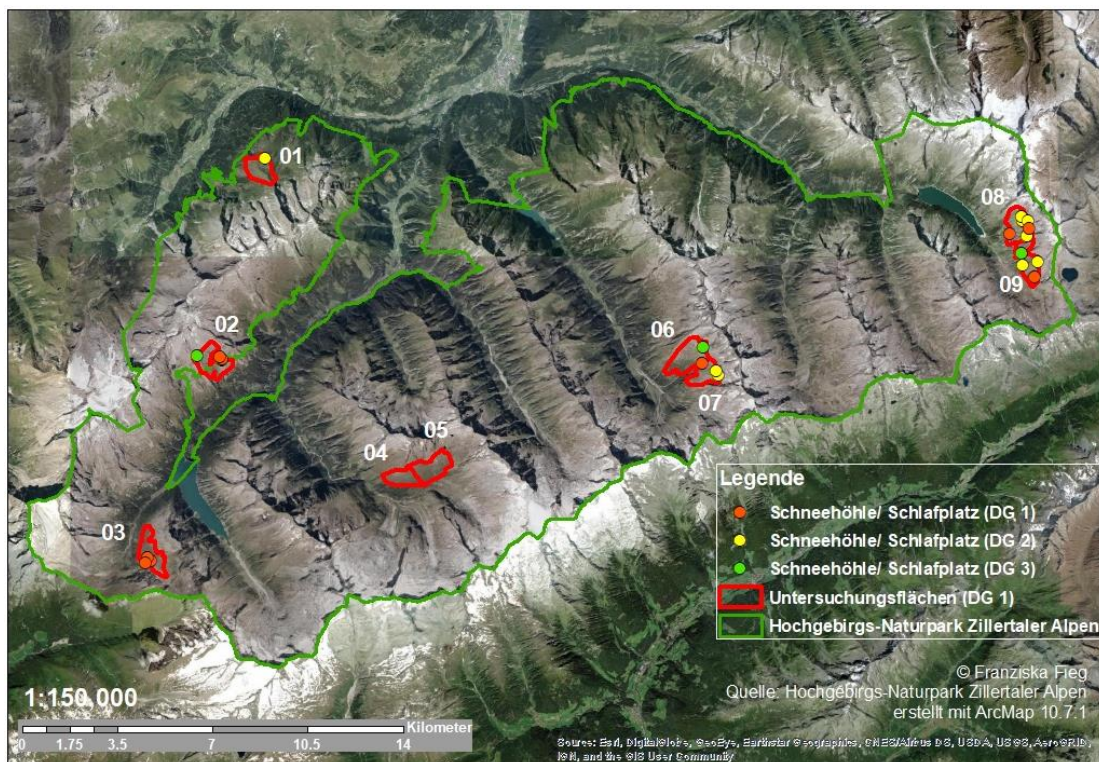


Abbildung 29: Lage der Nachweise durch Schneehöhlen/ Schlafplätze über alle Untersuchungsflächen und alle Kartierungsdurchgänge (DG 1 – 3). n=22 Nachweispunkte.

3.1.5. Lebensraumtyp

Grundsätzlich wurden Nachweise auf folgenden Lebensraumtypen (überwiegender Lebensraumtyp im Umkreis von 30 m um den Nachweispunkt) gefunden: Zwergstrauchheide, alpiner Rasen, Schuttflur und Blockflur. Der alpine Rasen wurde zusätzlich spezifiziert in

Windheide, Schneetälchen und Rasenfragmente zwischen kleineren Felsen und Steinen. Mit 41,95 % wurden die meisten Nachweise dem Typ der Rasenfragmente zugeordnet, gefolgt von alpinem Rasen (nicht spezifiziert). Die anderen Spezifikationen des alpinen Rasens Windheide und Schneetälchen machen nur einen sehr geringen Anteil aus. Zu 14,83 % konnten Hühner in Blockfluren und zu 7,63 % in Schuttfluren nachgewiesen werden, während 10,59 % der Nachweise in Zwergstrauchheiden gefunden wurden. (siehe Tab. 11, Abb. 30)

Im Vergleich der drei Kartierungsdurchgänge lassen sich keine großen Unterschiede erkennen. In jedem Durchgang machte der Typ Rasenfragmente den größten Anteil aus, wobei es beim DG 3 am meisten Nachweise waren. In diesem Herbstdurchgang wurden auch weniger Nachweise dem alpinen Rasen (ohne Spezifikation) zugeordnet, dafür aber die Typen Windheide und Schneetälchen vergeben. Nachweise in Zwergstrauchheiden und Blockfluren waren im Spätfrühjahr etwas häufiger als in den nachfolgenden Begehungen. Während der Sommerkartierung wurden mehr Nachweise in Schutthalden gefunden als im Spätfrühjahr und Herbst. (siehe Tab. 12, Abb. 31)

Tabelle 11: Anzahl und Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Lebensraumtyp	Zwergstrauchheide	alpiner Rasen	Windheide	Schneetälchen	Rasenfragmente	Schuttflur	Blockflur
Anzahl	25	53	2	4	99	18	35
Anteil [%]	10,59	22,46	0,85	1,69	41,95	7,63	14,83

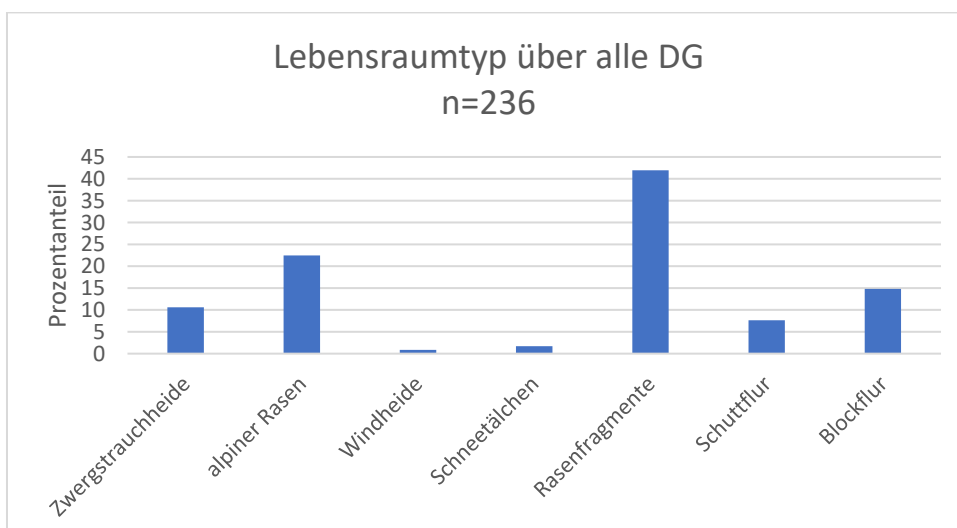


Abbildung 30: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Tabelle 12: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

Lebensraumtyp	Zwergstrauchheide	alpiner Rasen	Windheide	Schneetälchen	Rasenfragmente	Schuttflur	Blockflur
DG1 [%]	14,29	26,67	0	0	34,29	7,62	17,14
DG2 [%]	6,56	26,23	0	0	45,90	11,48	9,84
DG3 [%]	8,57	12,86	2,86	5,71	50	4,29	15,71

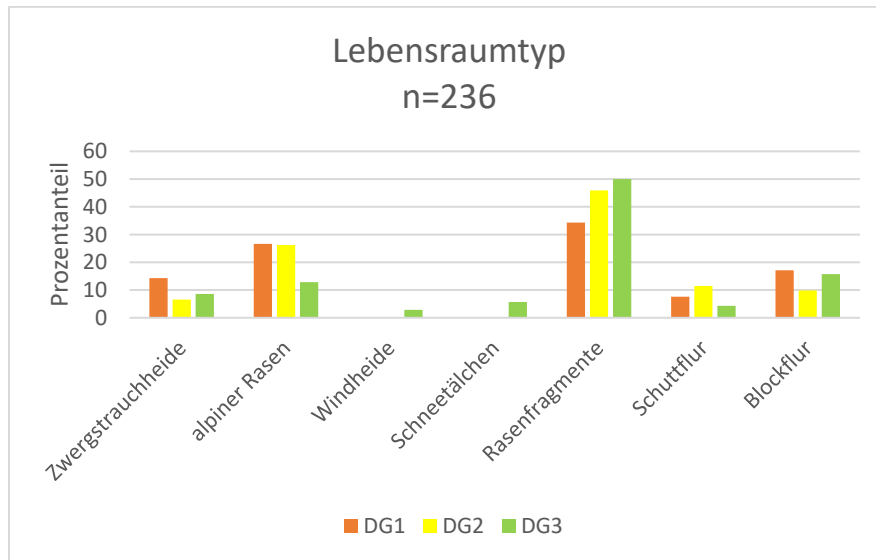


Abbildung 31: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

3.1.6. Relief

Zusätzlich zu den Nachweisorten wurde im Protokoll das Relief jedes Nachweispunktes aufgenommen. Um die Geländestruktur zu präzisieren, wird ein Hang nochmals unterteilt: Das oberste Drittel bildet den Oberhang, das unterste Drittel den Unterhang und dazwischen befindet sich der Mittelhang. Über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg wurden die meisten Nachweise an Mittelhängen gefunden, während in Bereichen von Oberhängen und Unterhängen nur wenig nachgewiesen wurde. 16,1 % der Nachweise wurden auf Kuppen verortet, gefolgt von Rücken/Graten und Talböden/Gräben. In Bereichen von Terrassen/Hangverebnungen wurden 8,9 % der Nachweise erbracht, wohingegen auf Plateaus, welche als großräumigere Strukturen gesehen wurden, mit nur 1,69 % am wenigsten nachgewiesen werden konnte. (siehe Tab. 13, Abb. 32)

Im Vergleich der unterschiedlichen Zeiträume wird deutlich, dass zwar bei allen drei Kartierungsdurchgängen die meisten Nachweise an Mittelhängen erbracht wurden, bei der Herbstkartierung jedoch genau so viele Nachweise auf Kuppen lagen. Weiters zeigt sich, dass

im Spätfrühjahr mehr Nachweise in Talböden/Gräben gefunden wurden als im Sommer und Herbst, während bei den restlichen Geländeformen keine großen Unterschiede festgestellt werden können. (siehe Tab. 14, Abb. 33)

Tabelle 13: Anzahl und Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Relief	Rücken/ Grat	Kuppe	Plateau	Terrasse/ Hangverebnung	Ober- hang	Mittel- hang	Unter- hang	Talboden/ Graben
Anzahl	30	38	4	21	5	101	12	25
Anteil [%]	12,71	16,10	1,69	8,90	2,12	42,80	5,08	10,59

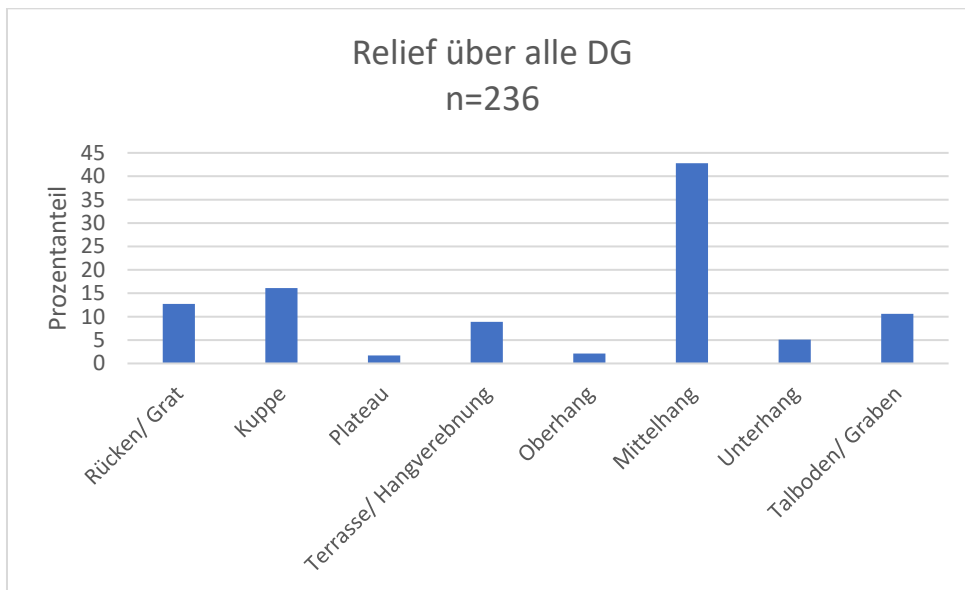


Abbildung 32: Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Tabelle 14: Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

Relief	Rücken/ Grat	Kuppe	Plateau	Terrasse/ Hangverebnung	Ober- hang	Mittel- hang	Unter- hang	Talboden/ Graben
DG1 [%]	15,24	6,67	2,86	7,62	2,86	43,81	5,71	15,24
DG2 [%]	8,20	11,48	0,00	8,20	3,28	50,82	8,20	9,84
DG3 [%]	12,86	34,29	1,43	11,43	0	34,29	1,43	4,29

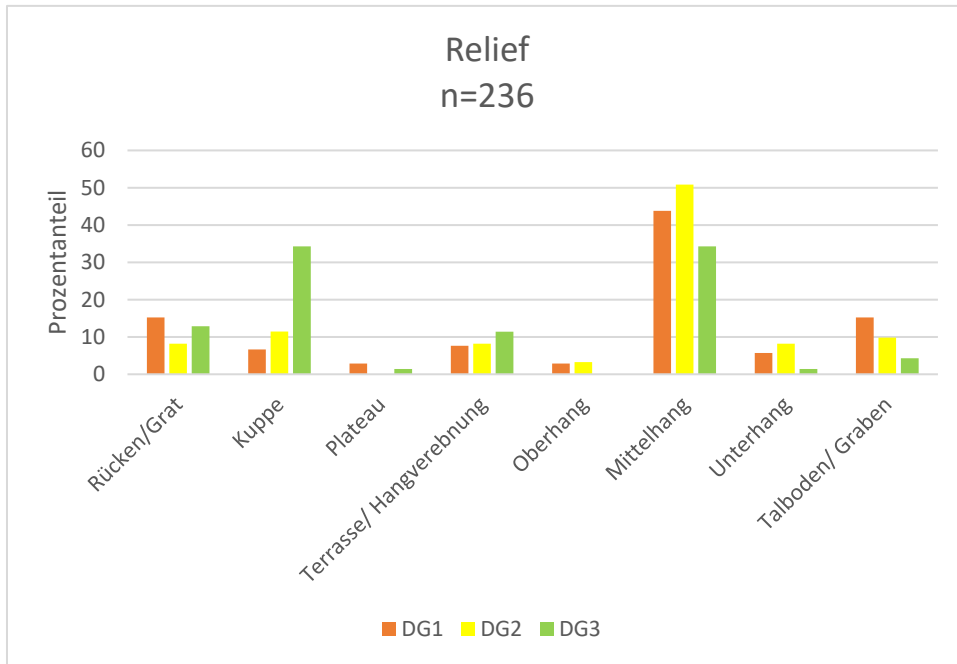


Abbildung 33: Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

3.1.7. Schneebedeckung

Als weiterer Parameter wurde die Schneebedeckung im Umkreis von 30 m um den Nachweis aufgenommen. Bei fast drei Vierteln der Nachweise lag eine Schneebedeckung von unter 20 % vor, 5,08 % entfallen auf 20 – 40 % und jeweils 6,78 % auf 40 – 60 % sowie 60 – 80 % Schneebedeckung. Die restlichen 9,32 % der Nachweise wurden auf Flächen mit einer Schneebedeckung von 80 – 100 % gefunden. (siehe Tab. 15, Abb. 34)

Im Herbsdurchgang lag die Schneebedeckung um nahezu ein Drittel der Nachweise bei 80 – 100 %, was vor allem auf die beiden Kartierungen der Gebiete 08 und 09 in der Neuschneephase zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu sticht die Sommerkartierung heraus, in welcher aufgrund der höheren Temperaturen nie mehr als 20 % der Fläche um die Nachweise schneebedeckt war. (siehe Tab. 16, Abb. 35)

Auf Basis der Rasterzellen wurde die verfügbare Schneebedeckung in den Untersuchungsflächen mit dem Vorhandensein von Nachweisen verglichen (siehe 3.4.5. Schneebedeckung).

Tabelle 15: Anzahl und Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Schneebedeckung [%]	0 – 20	> 20 – 40	> 40 – 60	> 60 – 80	> 80 – 100
Anzahl	170	12	16	16	22
Anteil [%]	72,03	5,08	6,78	6,78	9,32

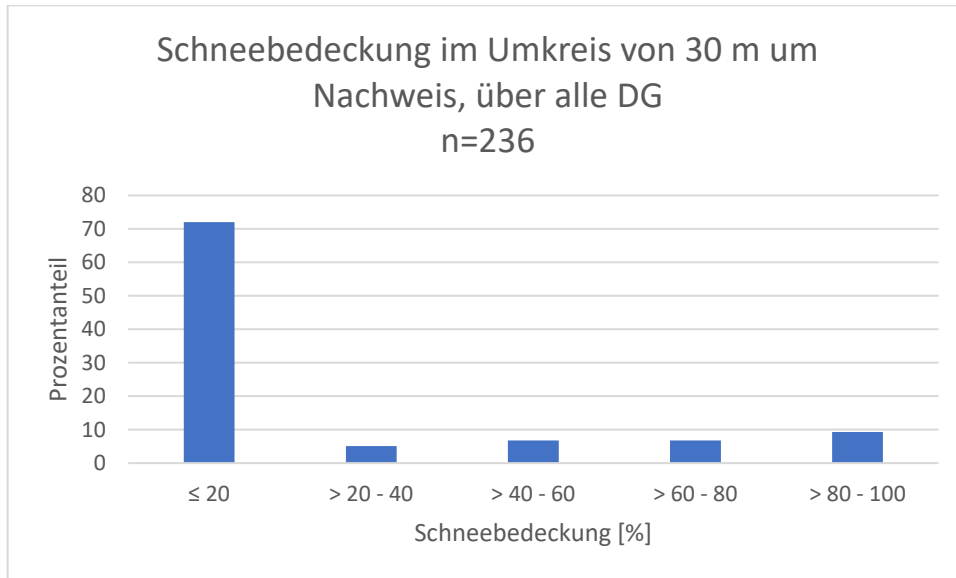


Abbildung 34: Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.

Tabelle 16: Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

Schneebedeckung [%]	≤ 20	> 20 – 40	> 40 – 60	> 60 – 80	> 80 – 100
DG 1 [%]	76,19	8,57	7,62	5,71	1,9
DG 2 [%]	100	0	0	0	0
DG 3 [%]	41,43	4,29	11,43	14,29	28,57

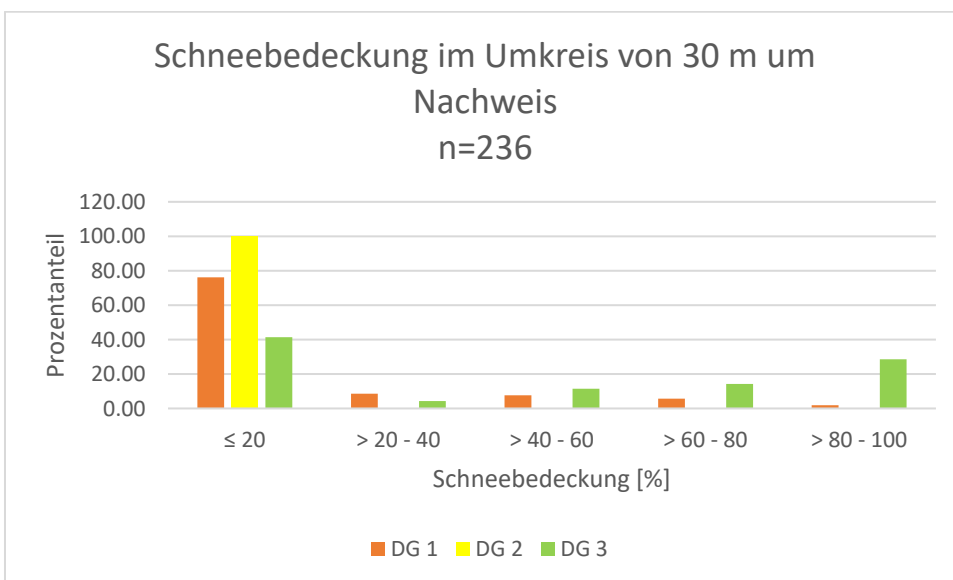


Abbildung 35: Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.

3.2. Vergleich frischer und alter Nachweise

Um Aufschluss über die Habitatnutzung der Alpenschneehühner im Winter zu bekommen, wurden Nachweisort und Lebensraumtyp alter Proben, welche eventuell schon länger im Gebiet lagen, mit jenen aktueller (frischer) Nachweise verglichen. Zu den alten Nachweisen wurden alte, schlecht erhaltene Federn sowie alte, vertrocknete Losungen gezählt, während sich die aktuellen Nachweise aus frischen Losungen und Federn zusammensetzen. Da nur selten sehr frische Losungen gefunden wurden, liegt die Anzahl der aktuellen Nachweise mit 28 deutlich niedriger als jene der alten (171). Die Einschätzung des Frischezustandes von Nachweisen erfolgt sehr grob ist deshalb mit Fehlern behaftet (siehe 4. Diskussion).

Über die gesamte Untersuchungsperiode wurden mehr alte als frische Nachweise gefunden. Die meisten alten Nachweise konnten während der Spätfrühjahrskartierung erbracht werden, in welcher auch insgesamt die meisten Nachweise verbucht wurden (siehe Tab. 5). Frische Nachweise wurden am häufigsten während der Herbstkartierung notiert. In den Gebieten 08 und 09 wurden die meisten alten Nachweise und in Gebiet 08 die meisten frischen Nachweise gefunden. (siehe Tab. 17)

Tabelle 17: Anzahl der alten und frischen Nachweise in den entsprechenden Untersuchungsflächen (Gebiet 01 - 09) und Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3). n=199 Nachweise.

Gebiet	DG 1		DG 2		DG 3	
	alt	frisch	alt	frisch	alt	frisch
01	6	0	2	0	0	0
02	8	0	2	2	6	3
03	10	2	5	1	3	2
04	6	0	1	0	2	0
05	5	1	0	0	1	0
06	7	2	1	0	1	1
07	11	3	5	0	0	0
08	16	2	22	1	6	6
09	21	0	15	1	9	1

3.2.1. Nachweisort

Sowohl alte als auch frische Nachweise wurden am häufigsten bei/ unter/ auf Felsen gefunden, während frische Nachweise fast genauso oft am Boden lagen. 16,37 % der alten Nachweise wurden am Boden erbracht, jeweils ca. ein Zehntel der alten und frischen

Losungen und Federn wurden auf Schnee und in Form von Schneehöhlen/Schlafplätzen nachgewiesen. (siehe Tab. 18, Abb. 36)

Tabelle 18: Anteil [%] der Nachweisorte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.

Nachweisort	Strauch	Boden	Schnee	Felsen	Schneehöhle/ Schlafplatz	Huderstelle
frische Nachweise [%] n=28	7,14	32,14	10,71	35,71	10,71	3,57
alte Nachweise [%] n=171	1,17	16,37	11,70	59,65	11,11	0

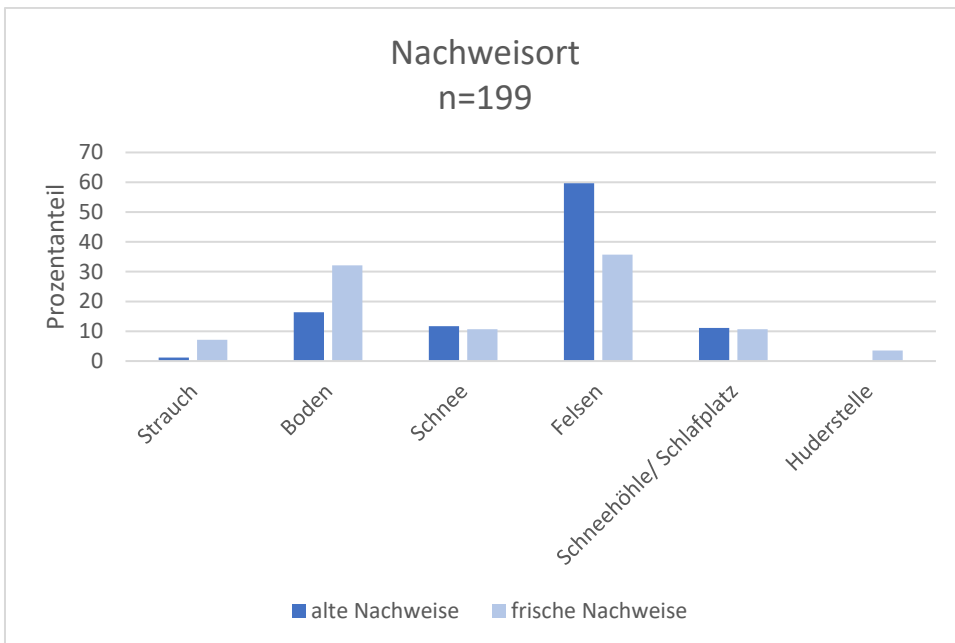


Abbildung 36: Anteil [%] der Nachweisorte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.

3.2.2. Lebensraumtyp

Bezüglich des Lebensraumtyps können zwischen alten und frischen Nachweisen nur wenige Unterschiede festgestellt werden. Der Anteil an Nachweisen, welche im Bereich von Zwergstrauchheiden gefunden wurden, fällt bei den frischen Nachweisen höher aus, wohingegen alte Nachweise häufiger auf Rasenfragmenten gefunden wurden. (siehe Tab. 19, Abb. 37)

Tabelle 19: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.

Lebensraumtyp	Zwergstrauchheide	alpiner Rasen	Windheide	Schneetälchen	Rasenfragmente	Schuttflur	Blockflur
frische Nachweise [%] n=28	17,86	25	3,57	7,14	21,43	10,71	14,29
alte Nachweise [%] n=171	10	25,29	0,59	1,18	42,35	7,06	13,53

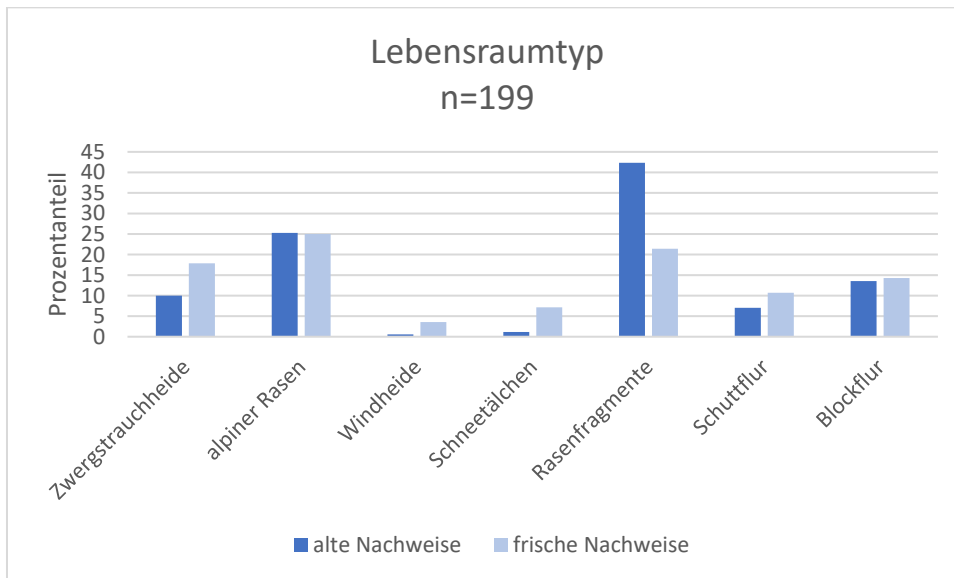


Abbildung 37: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.

3.3. Daten der Schleifenlinientaxierung

Indem ein Gitternetz über die Untersuchungsgebiete gelegt wurde, entstanden insgesamt 1086 Rasterzellen mit einer Größe von 100 x 100 m, welchen die darin enthaltenen Nachweise zugeordnet wurden. Der Großteil der Rasterzellen wurde zwar bei jedem Durchgang begangen, enthielt jedoch keine Nachweise (siehe Tab. 20, 21). 13,26 % der Rasterzellen wiesen bis zu 0,5 Nachweise pro 100 m begangener Route auf und in 2,12 % der Rasterzellen konnte mehr nachgewiesen werden. 15,84 % der Rasterzellen wurden bei zwei der drei Durchgänge begangen, 12,34 % bei nur einem Durchgang und 10,5 % wurden nie begangen, da sie an oder größtenteils außerhalb der Gebietsgrenzen liegen. (siehe Abb. 38)

Im Vergleich der einzelnen Untersuchungsflächen fällt auf, dass im Gebiet 09 deutlich weniger Rasterzellen dreimal begangen wurden als in den anderen Gebieten, da jene Zellen aus der Auswertung fallen, bei welchen im Herstdurchgang das GPS-Gerät ausfiel (siehe Anhang Abb. 87). Bei den Gebieten 04 und 06 machen die Zellen, welche nur einmal begangen

wurden, einen höheren Anteil aus, da bei diesen beiden Gebieten nach der ersten Kartierung relativ große Bereiche aufgrund der schwierigen und riskanten Begehbarkeit entfernt wurden. Die höchsten Anteile an Rasterzellen mit bis zu 0,5 Nachweisen pro 100 m begangener Route weisen die Gebiete 08 und 09 im Zillergrund auf. Im Gebiet 08 wurden in knapp einem Zehntel der Zellen mehr als 0,5 Nachweise pro 100 m begangener Route erbracht. (siehe Tab. 20, Abb. 39, Anhang Abb. 82 - 87)

Mit mehr als 80 % wurden im Sommer die meisten Rasterzellen begangen. Im Spätfrühjahr enthielten mehr Zellen Nachweise als im Sommer und Herbst, wobei der Anteil der Zellen mit mehr als 0,5 Nachweisen pro 100 m begangener Route im Spätfrühjahr und Sommer gleich hoch war. Hoch signifikant zeigt sich, dass im Sommer weniger Nachweise gefunden wurden als im Spätfrühjahr ($p = 0,002$). Die geringsten Rasterzellen mit Nachweisen konnten während der Herbstkartierung erbracht werden. Es muss jedoch beachtet werden, dass dabei 27 Rasterzellen vom Gebiet 09 nicht in die Analyse miteinbezogen wurden, von welchen sechs Nachweise enthielten. (siehe Tab. 21, Abb. 40)

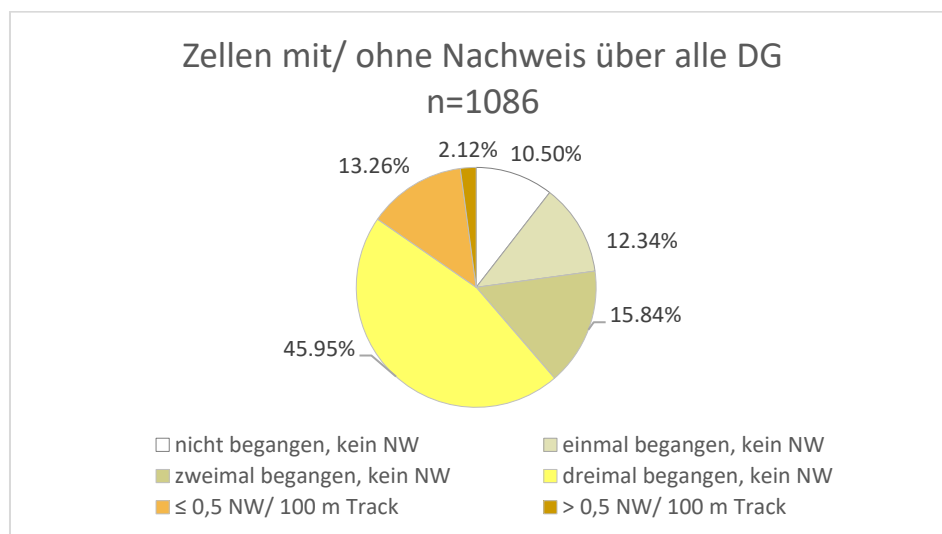


Abbildung 38: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis über die gesamte Untersuchungsperiode. NW: Nachweis, Track: begangene Route. n=1086 Rasterzellen.

Tabelle 20: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Untersuchungsgebiet (G 01 – 09) über die gesamte Untersuchungsperiode. NW: Nachweis, Track: begangene Route, n=1103 Rasterzellen: einige Zellen liegen in Grenzbereichen zweier Gebiete und erscheinen in der Analyse doppelt.

Gebiet	01	02	03	04	05	06	07	08	09
nicht begangen, kein NW [%]	7,55	14,29	4,51	17,05	10,00	14,81	6,19	5,11	8,18
einmal begangen, kein NW [%]	7,55	13,57	12,03	10,23	8,46	8,64	11,34	10,95	28,18
zweimal begangen, kein NW [%]	19,81	15,71	14,29	22,73	17,69	18,52	12,37	11,68	8,18
dreimal begangen, kein NW [%]	57,55	42,86	51,88	39,77	59,23	49,38	54,64	38,69	23,64
≤ 0,5 NW/ 100 m Track [%]	6,60	11,43	17,29	9,09	4,62	6,17	15,46	24,09	29,09
> 0,5 NW/ 100 m Track [%]	0,94	2,14	0	1,14	0	2,47	0	9,49	2,73

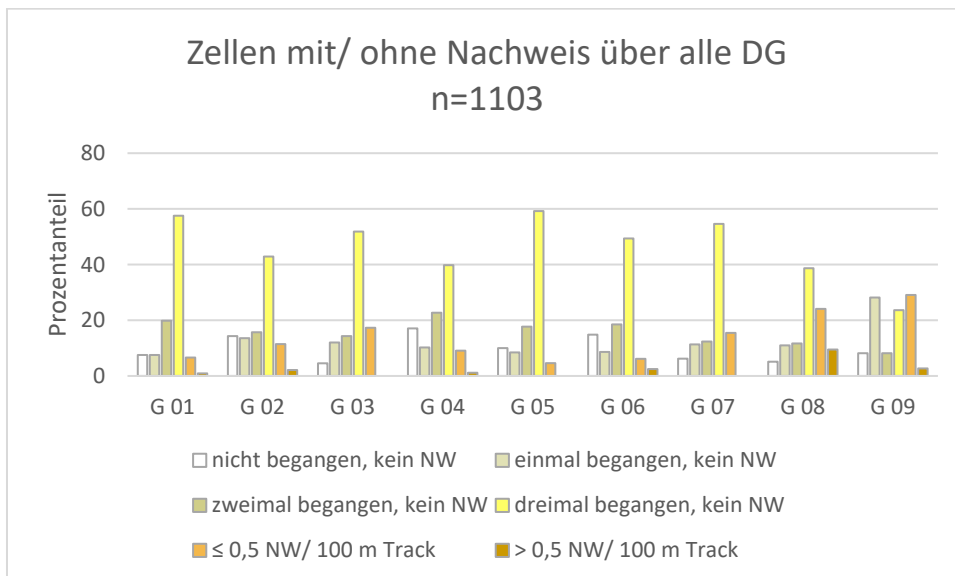


Abbildung 39: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Untersuchungsgebiet (G 01 – 09) über die gesamte Untersuchungsperiode. NW: Nachweis, Track: begangene Route, n=1103 Rasterzellen: einige Zellen liegen in Grenzbereichen zweier Gebiete und erscheinen in der Analyse doppelt.

Tabelle 21: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3). NW: Nachweis, Track: begangene Route. n=1086 Rasterzellen.

Anteile am Gesamten [%]	DG 1	DG 2	DG 3
Zellen ohne NW, nicht begangen	25,87	19,71	28,64
Zellen ohne NW, begangen	65,38	75,32	67,22
Zellen mit ≤ 0,5 NW/ 100 m Track	7,83	4,05	3,50
Zellen mit > 0,5 NW/ 100 m Track	0,92	0,92	0,64

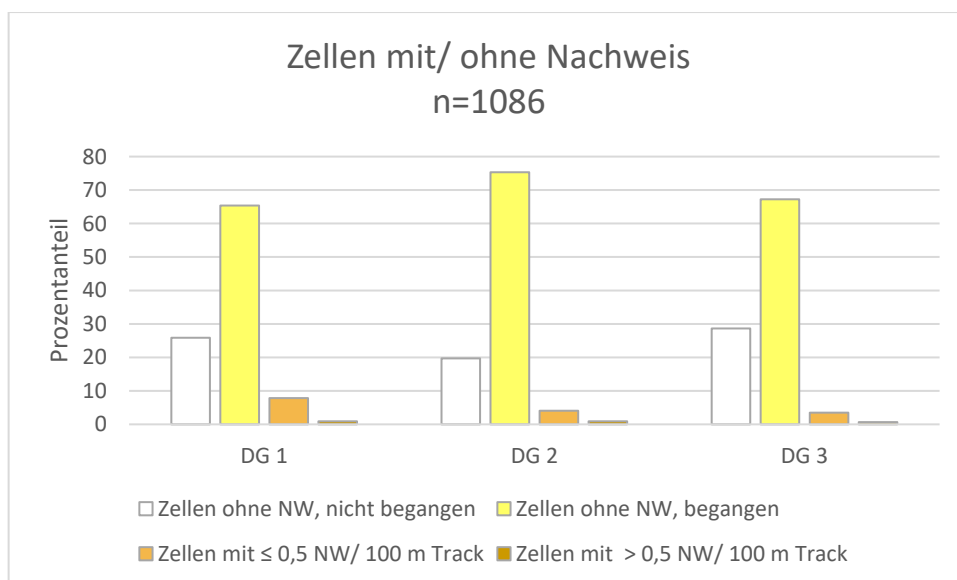


Abbildung 40: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3). NW: Nachweis, Track: begangene Route. n=1086 Rasterzellen.

3.4. Vergleich der von Alpenschneehühnern genutzten Parameter mit der Verfügbarkeit im gesamten Untersuchungsgebiet

3.4.1. Meereshöhe

Die meisten Rasterzellen (90,6 %) weisen eine mittlere Meereshöhe zwischen 2100 und 2600 m auf und auch die Nachweise wurden hauptsächlich in dieser Höhenlage gefunden (95,81 %). Allerdings hielten sich Alpenschneehühner häufiger in Rasterzellen mit einer mittleren Höhe von 2400 – 2500 und 2500 – 2600 m auf verglichen mit der Verfügbarkeit im gesamten Gebiet, während sie in tieferen Lagen und oberhalb von 2600 m seltener zu finden waren. Der Präferenzindex (Ivlev 1961) ergab für keine der Höhenklassen eine Präferenz oder Abneigung. Mit hoher Signifikanz ($p = 0,02$) wirkt sich die zunehmende Meereshöhe positiv auf die Anzahl der Alpenschneehuhn-Nachweise aus. (siehe Abb. 41, Anhang Tab. 32)

Betrachtet man die einzelnen Kartierungsdurchgänge, wird deutlich, dass die Alpenschneehühner im Laufe der Untersuchungsperiode seltener in tieferen Lagen bis 2400 m und zunehmend in höheren Lagen auftraten. Während im Spätfrühjahr die Höhenklassen zwischen 2300 und 2600 m in etwa gleich häufig genutzt wurden, konnten im Sommer die meisten Alpenschneehühner zwischen 2500 und 2600 m und im Herbst zwischen 2400 und 2500 m gefunden werden. Verglichen mit der Verfügbarkeit in der Untersuchungsfläche hielten sich im Herbst deutlich mehr Alpenschneehühner in einer Höhe von 2600 – 2700 m auf und auch im Sommer wurde diese Höhenlage geringfügig häufiger genutzt. Für die Spätfrühjahrskartierung besteht laut Präferenzindex (Ivlev 1961) nur eine Abneigung gegen die Höhenklasse 1800 – 1900 m ($E = - 1$). Im Sommer weisen die Werte zusätzlich auf eine Meidung der Höhenlagen 1900 – 2000 m und 2000 – 2100 m hin ($E = - 1$), während im Herbst neben Gebieten in einer Höhe von 1800 – 1900 m und 1900 – 2000 m ($E = - 1$) auch jene zwischen 2100 und 2200 m ($E = - 0,58$) gemieden wurden. Es gab keinen Hinweis auf Präferenzen der höheren Gebietslagen, allerdings deutet die logistische Regression auf einen positiven Zusammenhang von Meereshöhe und Anzahl der Nachweise während der Sommer- ($p = 0,046$) und Herbstkartierung ($p < 0,001$) hin. (siehe Tab. 22, Abb. 42, Anhang Tab. 32)

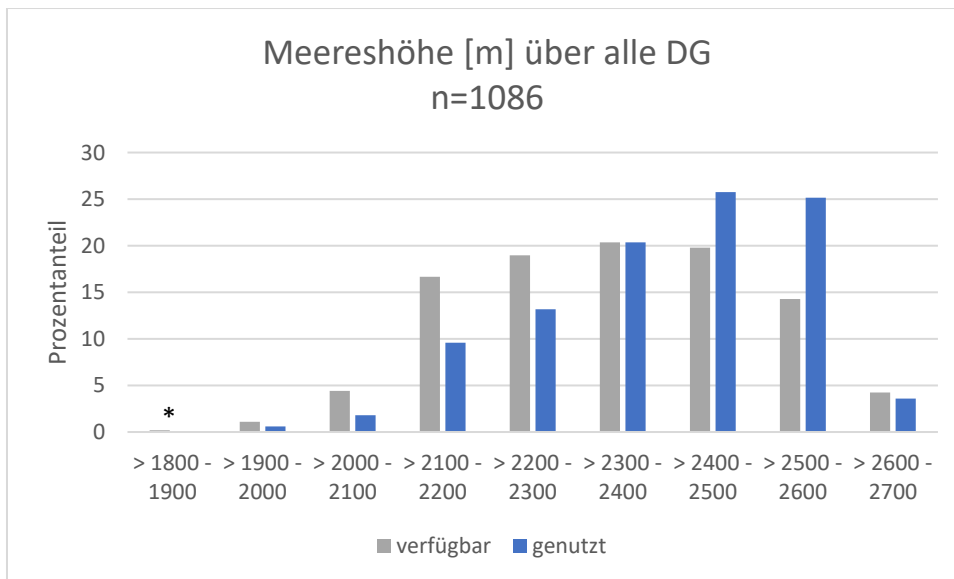


Abbildung 41: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Meereshöhe [m]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq -0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.

Tabelle 22: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Meereshöhe [m]. n=1086 Rasterzellen.

Höhenklasse [m]	Verfügbar [%]	genutzt DG 1 [%]	genutzt DG 2 [%]	genutzt DG 3 [%]
> 1800 - 1900	0,18	0	0	0
> 1900 - 2000	1,10	1,05	0	0
> 2000 - 2100	4,42	2,11	0	2,22
> 2100 - 2200	16,67	10,53	9,26	4,44
> 2200 - 2300	18,97	15,79	9,26	6,67
> 2300 - 2400	20,35	22,11	22,22	15,56
> 2400 - 2500	19,80	24,21	22,22	37,78
> 2500 - 2600	14,27	22,11	31,48	22,22
> 2600 - 2700	4,24	2,11	5,56	11,11

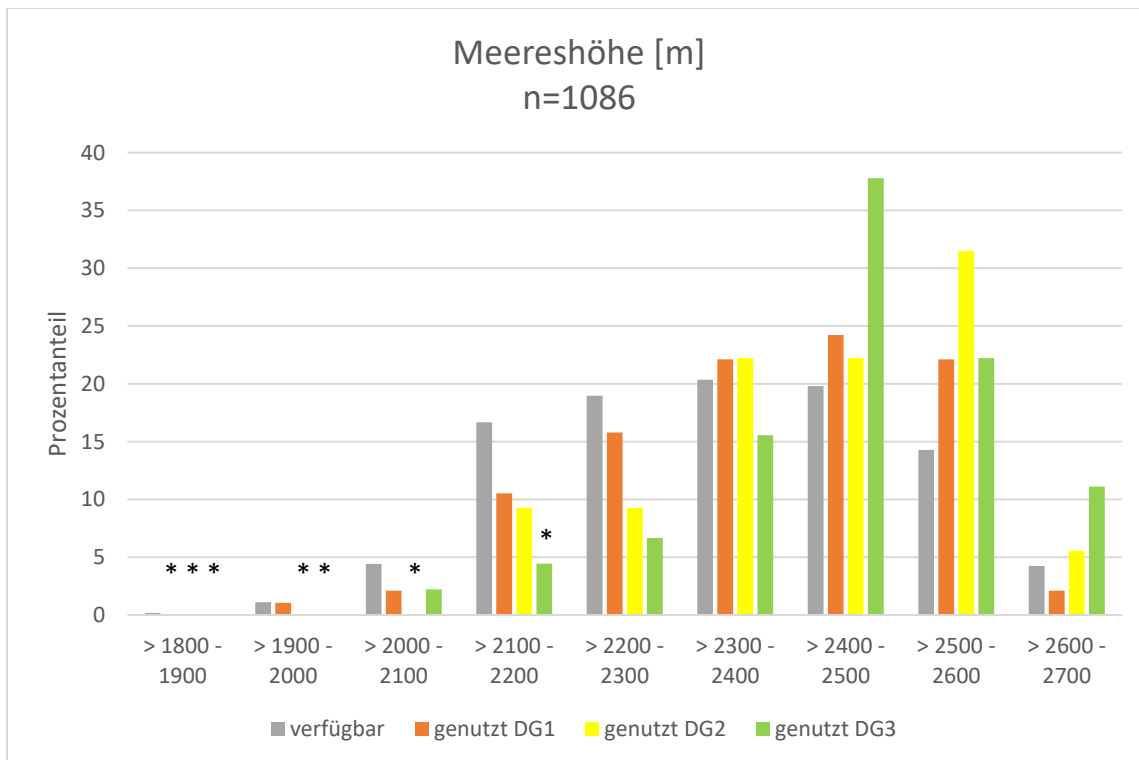


Abbildung 42: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Meereshöhe [m]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq -0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.

3.4.2. Exposition

Bei der Betrachtung der überwiegenden Exposition je Rasterzelle fällt vor allem auf, dass mehr Hühner westexponiert und weniger südexponiert nachgewiesen wurden, verglichen mit der verfügbaren Exposition aller Rasterzellen. Auch Bereiche aller anderen Expositionen wurden geringfügig weniger genutzt, als sie verfügbar wären, es konnte jedoch kein signifikanter Einfluss der Exposition auf die Anwesenheit von Alpenschneehühnern festgestellt werden ($\alpha = 0,05$). (siehe Abb. 43, 44, Anhang Tab. 32)

In der gesamten Zeit der Untersuchungsperiode wurden westexponierte Hänge häufiger aufgesucht. Anhand der beiden Kreisdiagramme (siehe Abb. 44) lässt sich feststellen, dass etwa ein Viertel der Rasterzellen überwiegend westexponiert liegt, jedoch fast die Hälfte (44,31 %) aller Alpenschneehühner in diesen Zellen nachgewiesen werden konnten. Am deutlichsten äußert sich dies im Sommer, wo gleichzeitig südexponierte Hänge seltener aufgesucht wurden. Diese Abneigung spiegelt sich im Präferenzindex (Ivlev 1961) wider, welcher für südexponierte Rasterzellen bei - 0,65 liegt, wohingegen westexponierte Bereiche einen positiven Effekt auf das Vorkommen von Alpenschneehühnern zu haben scheinen

(E = 0,44). Zusätzlich weisen nordost- und ostexponierte Bereiche in diesem zweiten Durchgang Präferenzindizes (Ivlev 1961) von - 1 auf, da keine entsprechenden Nachweise gefunden wurden.

Im Spätfrühjahr wurden mehr Alpenschneehühner in nordwest-, nord- und nordostexponierten Bereichen nachgewiesen, wenn sich auch der sinkende Trend über Sommer und Herbst aufgrund der geringen Prozentanteile sehr flach darstellt. (siehe Tab. 23, Abb. 45, Anhang Tab. 32)

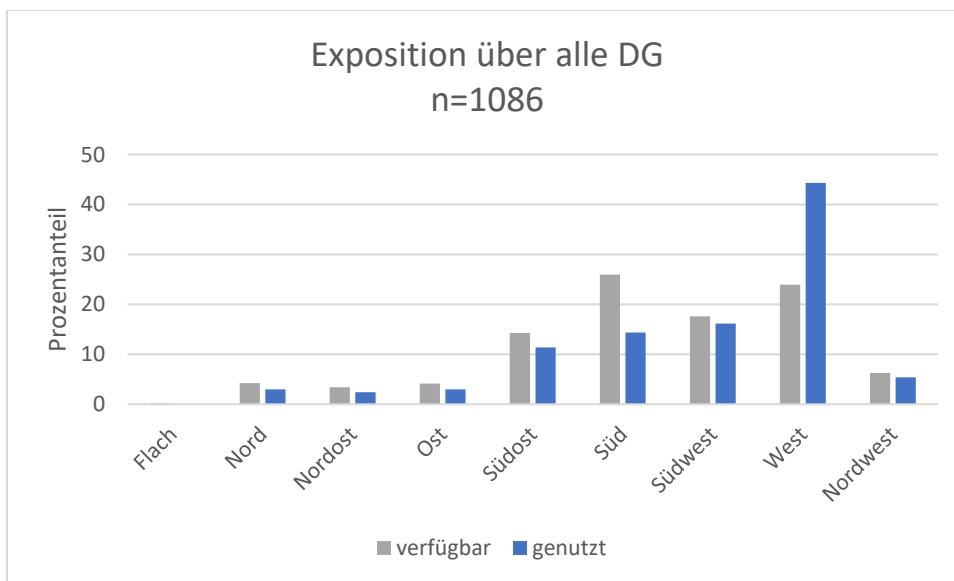


Abbildung 43: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Exposition. n=1086 Rasterzellen.

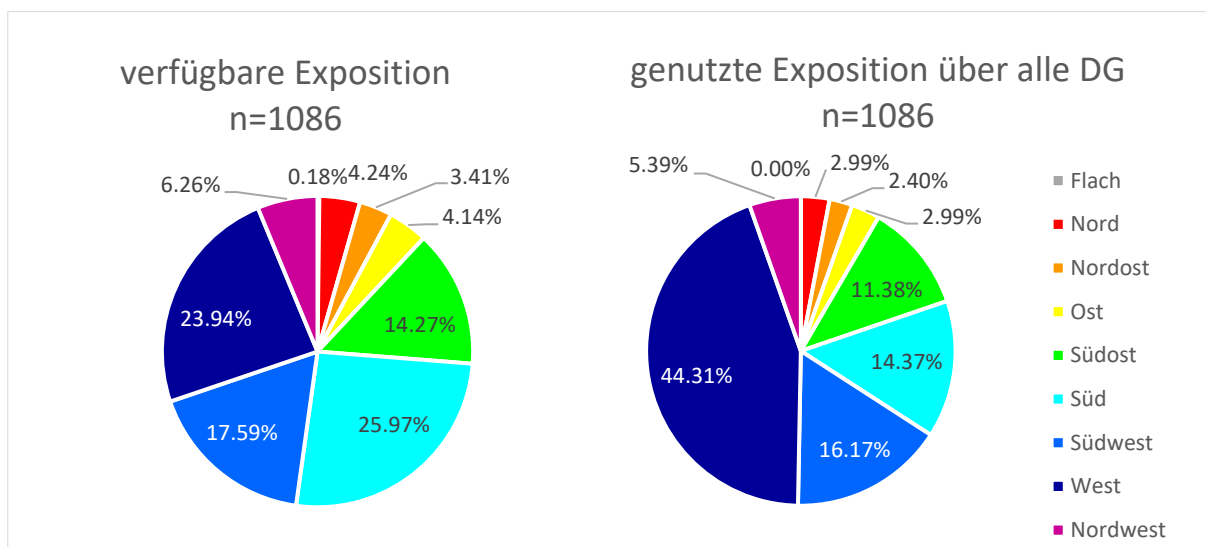


Abbildung 44: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Exposition. n=1086 Rasterzellen.

Tabelle 23: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegender Exposition. n=1086 Rasterzellen.

Exposition	verfügbar [%]	genutzt DG1 [%]	genutzt DG2 [%]	genutzt DG3 [%]
Flach	0,18	0	0	0
Nord	4,24	3,16	1,85	2,22
Nordost	3,41	3,16	0	2,22
Ost	4,14	3,16	0	4,44
Südost	14,27	10,53	9,26	15,56
Süd	25,97	17,89	5,56	11,11
Südwest	17,59	15,79	16,67	20
West	23,94	40	61,11	42,22
Nordwest	6,26	6,32	5,56	2,22

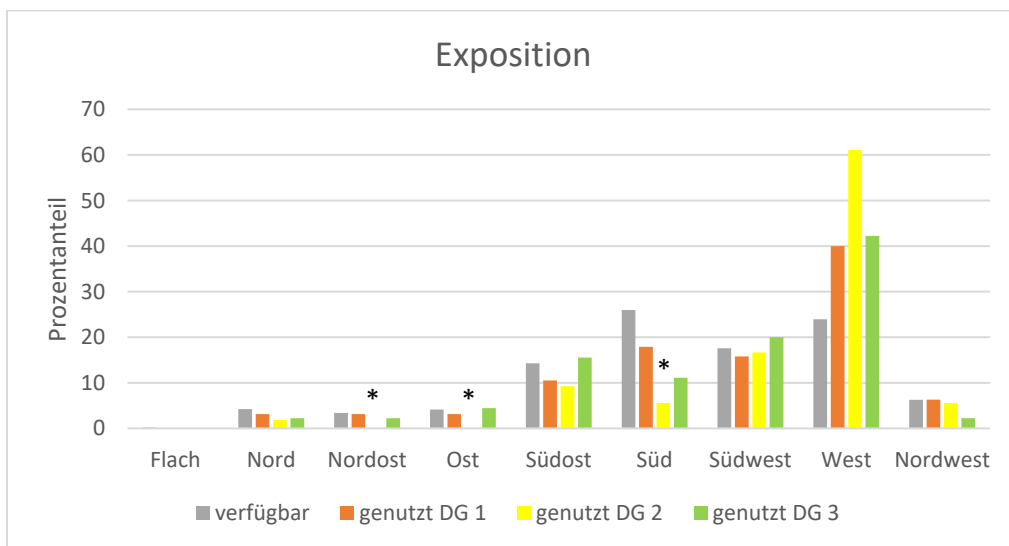


Abbildung 45: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegender Exposition. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq -0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.

3.4.3. Steilheit

Verglichen mit der Verfügbarkeit im gesamten Gebiet wurden von den Alpenschneehühnern mehr Rasterzellen mit einer mittleren Steilheit von 10 – 20° aufgesucht, während in 20 – 30° und 30 – 40° steilen Bereichen weniger nachgewiesen wurde. Diese Meidung von steileren Hängen verdeutlicht ein Präferenzindex (Ivlev 1961) von - 0,61 bei der Kategorie 30 – 40°. In Rasterzellen mit weniger als 10° Steilheit wurden geringfügig weniger Nachweise gefunden im Verhältnis zur Verfügbarkeit. Die logistische Regression ergibt keinen signifikanten Effekt der Steilheit auf die Anzahl von Nachweisen ($\alpha = 0,05$). (siehe Abb. 46, Anhang Tab. 32)

Anhand der Daten der einzelnen Durchgänge lässt sich feststellen, dass der Anteil an Nachweisen in 10 – 20° steilen Bereichen im Verlauf der Untersuchungsperiode steigt, während es sich für die Rasterzellen mit mittleren Neigungen von 20 – 30° umgekehrt verhält. Im Spätfrühjahr wurden – verglichen mit der Verfügbarkeit – mehr Nachweise in Rasterzellen erbracht, welche eine mittlere Steilheit unter 10° aufweisen. Im Herbst wurden Hühner häufiger in 30 – 40° Neigung nachgewiesen als im Spätfrühjahr, wohingegen im Sommer in dieser Kategorie und in jener unter 10° jegliche Nachweise fehlen. (siehe Tab. 24, Abb. 47)

Die Präferenzindizes (Ivlev 1961) zeigen eine Meidung von Gefällen zwischen 30 und 40° im Spätfrühjahr ($E = -0,65$) und Sommer ($E = -1$). Weiters beträgt der Index für Gebiete flacher als 10° im Sommer -1 und deutet somit ebenfalls auf eine Meidung hin. (siehe Anhang Tab. 32)

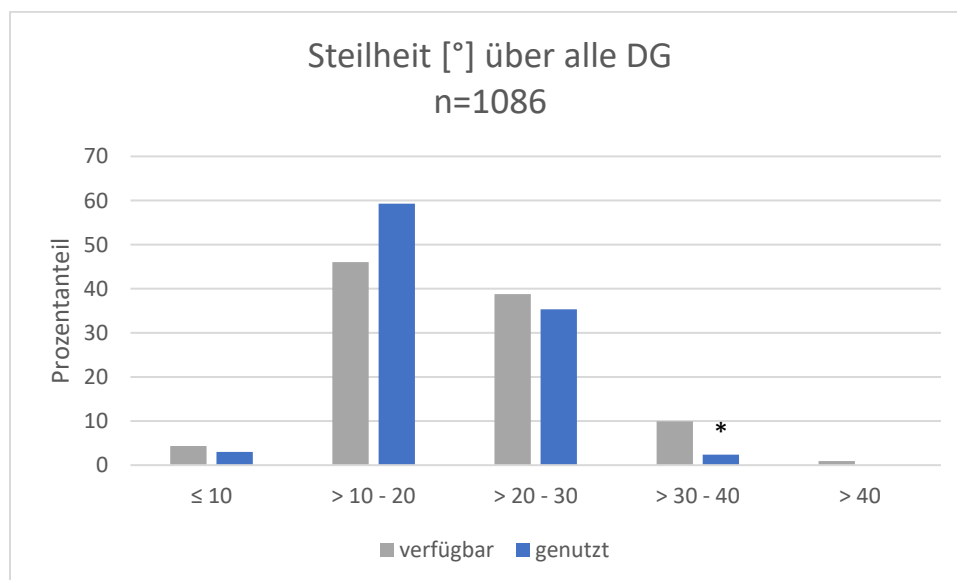


Abbildung 46: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Steilheit [°]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq -0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). $n=1086$ Rasterzellen.

Tabelle 24: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Steilheit [°]. Da Bereiche mit einer Neigung von $> 40^\circ$ nicht begangen wurden, enthalten diese keine Nachweise. $n=1086$ Rasterzellen.

mittlere Steilheit [°]	verfügbar [%]	genutzt DG1 [%]	genutzt DG2 [%]	genutzt DG3 [%]
≤ 10	4,33	5,26	0	2,22
> 10 - 20	46,04	55,79	64,81	68,89
> 20 - 30	38,77	36,84	35,19	24,44
> 30 - 40	9,94	2,11	0	4,44
> 40 (nicht begangen)	0,92	0	0	0

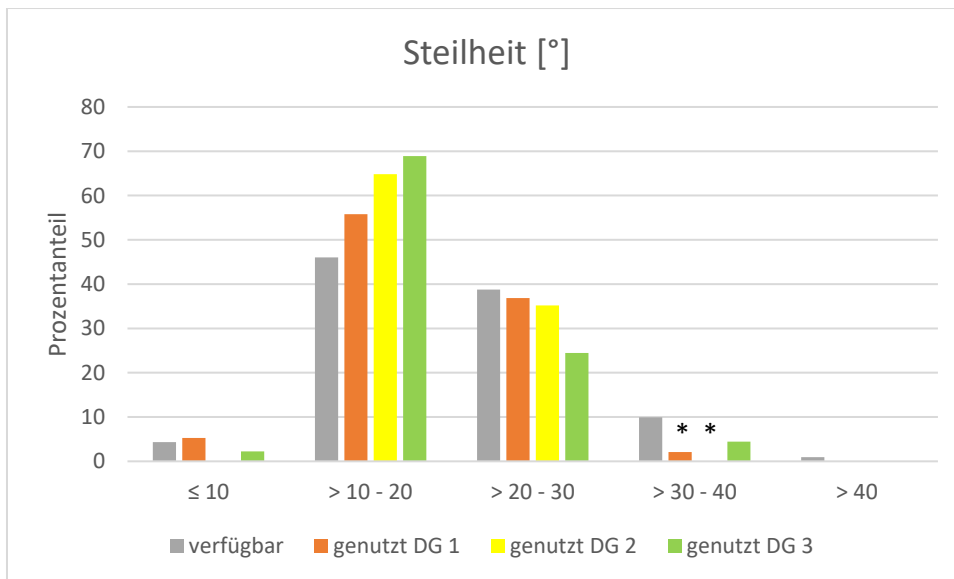


Abbildung 47: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Steilheit [°]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq -0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). $n=1086$ Rasterzellen.

3.4.4. Landnutzung

Die meisten Rasterzellen (37,29 %) sind überwiegend mit spärlicher Vegetation bedeckt, gefolgt von extensiv genutzten Almflächen, Felsflächen ohne Vegetation und alpinem Rasen. Analog zur Verfügbarkeit wurden die meisten Nachweise in Flächen mit spärlicher Vegetation erbracht, allerdings zu einem höheren Anteil (53,29 %). Auch Felsflächen ohne Vegetation wurden häufiger aufgesucht, während auf extensiv genutzten Almflächen und alpinem Rasen weniger Nachweise erbracht wurden. Diese Trends stellen laut Präferenzindex (Ivlev 1961) allerdings keine deutliche Präferenz oder Meidung dar und auch laut logistischer Regression hat die Landbedeckung keinen signifikanten Effekt auf die Anwesenheit von Alpenschneehühnern ($\alpha = 0,05$). (siehe Abb. 48, Anhang Tab. 32)

Über die Untersuchungsperiode hinweg lässt sich ein zeitlicher Unterschied erkennen, indem Flächen mit spärlicher Vegetation zunehmend genutzt wurden, während in extensiv genutzten Almflächen zum Herbst hin immer weniger Alpenschneehühner nachgewiesen wurden. Im Spätfrühjahr und im Sommer wurden Felsflächen ohne Vegetation im Vergleich zur Verfügbarkeit mehr genutzt, im Herbst jedoch weniger. In vorwiegend mit alpinem Rasen bedeckten Rasterzellen wurden im Spätfrühjahr weniger Nachweise gefunden, im Herbst sank dieser Anteil noch und im Sommer fehlten Nachweise in dieser Landbedeckung komplett. (siehe Tab. 25, Abb. 49)

Gezielte Meidungen von Landnutzungsformen zeigen sich im Sommer beim alpinen Rasen (E = - 1), wo jegliche Nachweise fehlen, und im Herbst bei extensiv genutzten Almflächen (E = - 0,54). (siehe Anhang Tab. 32)

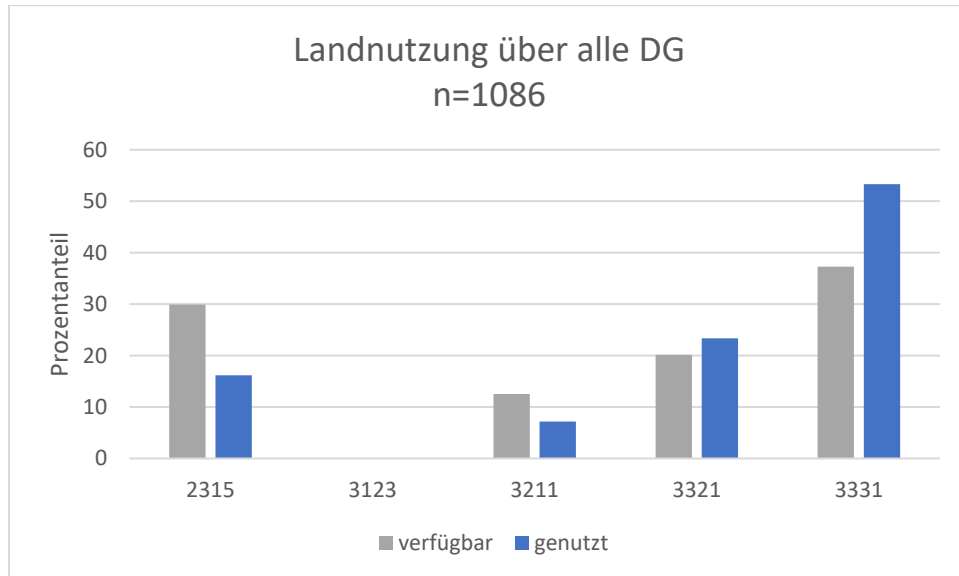


Abbildung 48: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Landnutzung. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. n=1086 Rasterzellen.

Tabelle 25: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Landnutzung. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. Da die Rasterzelle mit Silikat Lärchen-Fichtenwald nicht begangen wurde, enthält diese keine Nachweise. n=1086 Rasterzellen.

Landnutzungsclass	verfügbar [%]	genutzt DG 1 [%]	genutzt DG 2 [%]	genutzt DG 3 [%]
2315	29,93	17,89	12,96	8,89
3123 (nicht begangen)	0,09	0	0	0
3211	12,52	9,47	0	6,67
3321	20,17	22,11	29,63	17,78
3331	37,29	50,53	57,41	66,67

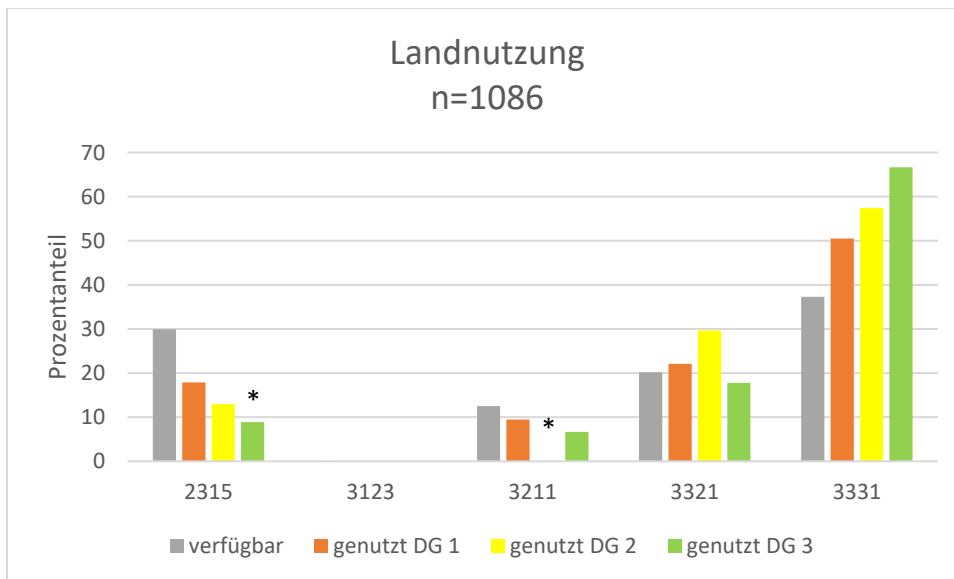


Abbildung 49: Tabelle 24: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Landnutzung. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq -0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.

3.4.5. Schneebedeckung

Im Gegensatz zu den bisher genannten Parametern ändert sich die Schneebedeckung in den Gebieten mit jedem Durchgang, weshalb die einzelnen Kartierungsdurchgänge mit der jeweiligen Verfügbarkeit verglichen wurden. Somit kann bezüglich der Schneebedeckung auch kein Vergleich der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen zwischen den Durchgängen angestellt werden.

Im Spätfrühjahr war der Großteil aller Rasterzellen zu weniger als 20 % mit Schnee bedeckt. In dieser Klasse fanden sich die meisten Nachweise, wenn auch geringfügig weniger genutzt wurde als verfügbar war. In Rasterzellen mit einer Schneebedeckung von 20 bis 80 % wurden im Verhältnis zur Verfügbarkeit des gesamten Gebiets etwas mehr Nachweise gefunden, während eine Schneebedeckung von über 80 % laut einem Präferenzindex (Ivlev 1961) von - 0,51 gemieden wurde. Weiters korrelieren die Schneebedeckungsklassen 0 – 20 % ($p = 0,019$) und 60 – 80 % ($p = 0,03$) signifikant positiv mit der Anzahl von Nachweisen. (siehe Tab. 26, Abb. 50, Anhang Tab. 32)

Während der Sommerkartierung wurden alle Funde von Raufußhühnern in Rasterzellen mit einer maximalen Schneebedeckung von 20 % nachgewiesen. Fünf der insgesamt 1086 Rasterzellen waren mit einem höheren Anteil an Schnee bedeckt, wiesen jedoch keine

Nachweise auf, weshalb der Präferenzindex (Ivlev 1961) dafür mit einem Wert von - 1 eine Meidung aufzeigt. (siehe Tab. 26, Abb. 51, Anhang Tab. 32)

Auch im Herbst wiesen die meisten Rasterzellen eine Schneebedeckung von bis zu 20 % auf. Diese wurden im Vergleich zur Verfügbarkeit jedoch weniger genutzt, wohingegen Bereiche mit mehr als 80 % Schneebedeckung mehr genutzt wurden. Ebenso wurden in den wenigen Zellen mit bis zu 40 % Schneebedeckung mehr Nachweise gefunden, was eine positive Selektion ($E = 0,53$) laut Ivlev (1961) bedeutet, während die Klasse bis 60 % Schneebedeckung gemieden wurde ($E = - 1$). (siehe Tab. 26, Abb. 52, Anhang Tab. 32)

Tabelle 26: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen (verfügbar DG 1 – 3) bezüglich der Schneebedeckung [%]. $n=1086$ Rasterzellen.

Schneebedeckung [%]	verfügbar DG 1 [%]	genutzt DG 1 [%]	verfügbar DG 2 [%]	genutzt DG 2 [%]	verfügbar DG 3 [%]	genutzt DG 3 [%]
≤ 20	80,94	77,89	99,54	100	78,55	55,56
> 20 – 40	8,38	10,53	0,46	0	1,38	4,44
> 40 – 60	5,06	6,32	0	0	1,10	0
> 60 – 80	2,39	4,21	0	0	2,12	2,22
> 80 – 100	3,22	1,05	0	0	16,85	37,78

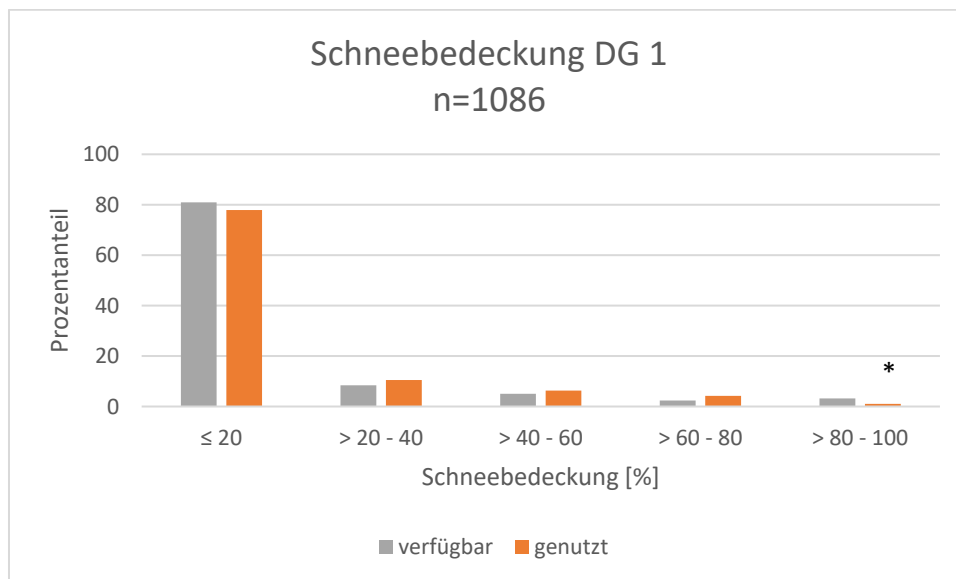


Abbildung 50: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen im ersten Kartierungsdurchgang (DG 1) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der Schneebedeckung [%]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). $n=1086$ Rasterzellen.

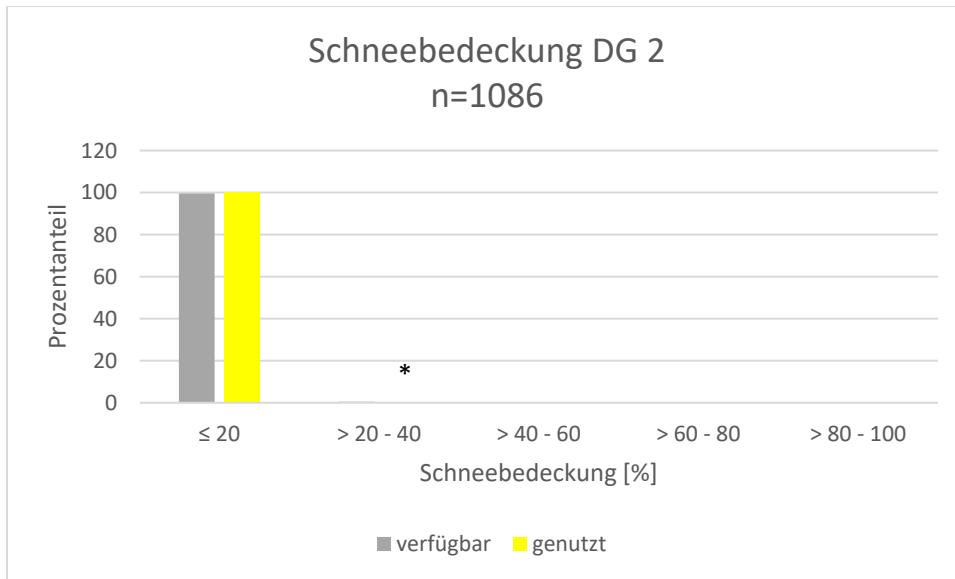


Abbildung 51: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen im zweiten Kartierungsdurchgang (DG 2) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der Schneebedeckung [%]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.

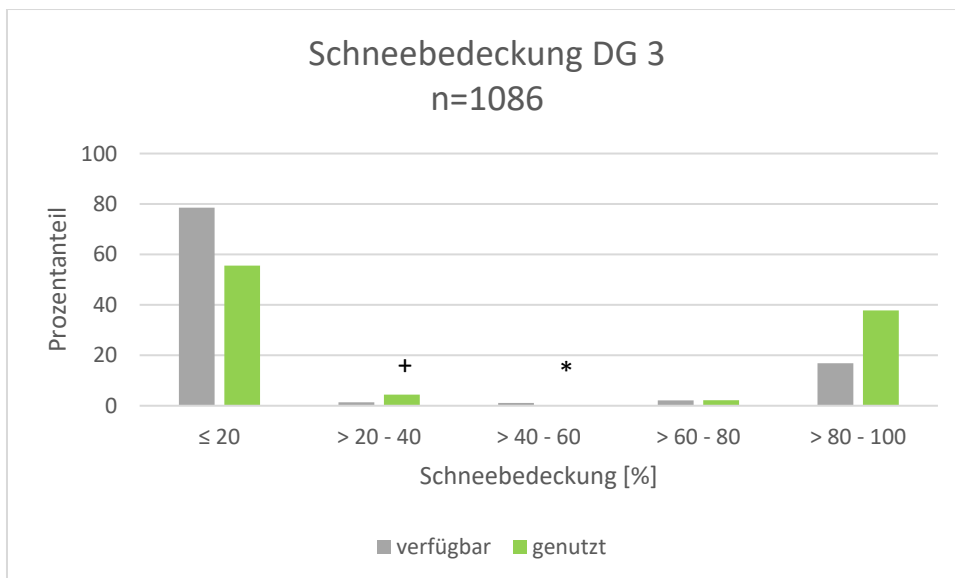


Abbildung 52: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen im dritten Kartierungsdurchgang (DG 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der Schneebedeckung [%]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$), + die positive Selektion ($\geq 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.

3.5. Einfluss von Wanderwegen

Mit einem Anteil von 17,5 % enthalten 190 der insgesamt 1086 Rasterzellen Wanderwege. Über alle drei Durchgänge zählen 167 Rasterzellen mindestens einen Nachweis, wobei durch 15 davon ein Wanderweg verläuft. Der daraus berechnete Präferenzindex (Ivlev 1961) beträgt - 0,08, was bedeutet, dass Alpenschneehühner Wanderwege weder meiden, noch gezielt aufsuchen. Auch bei der Betrachtung der einzelnen Durchgänge konnte keine

Präferenz oder Abneigung festgestellt werden, da die entsprechenden Präferenzindizes (Ivlev 1961) zwischen - 0,16 und 0,01 liegen. (siehe Tab. 27)

Tabelle 27: Ivlev-Index (Ivlev 1961) der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen mit Wanderwegen. n=1086 Rasterzellen.

	alle DG	DG 1	DG 2	DG 3
Zellen gesamt	1086	1086	1086	1086
Zellen mit Wanderweg [%]	17,50	17,50	17,50	17,50
Zellen mit NW	167	95	53	45
Zellen mit NW und Wanderweg [%]	14,97	12,63	13,21	17,78
Ivlev-Index (E)	-0,08	-0,16	-0,14	0,01

3.6. Daten der singenden Hähne am Morgen

Insgesamt wurden an neun verschiedenen Standorten 14 singende Hähne aufgenommen, wobei 19-mal spontan gesungen wurde und nur viermal als Antwort auf die Klangattrappe. Von diesen vier Gesängen erfolgte einer nur nach der Klangattrappe, wohingegen bei den restlichen drei Gesängen auch vor Einsatz der Klangattrappe schon gesungen wurde. (siehe Anhang Abb. 88, 89)

In der Spätfrühjahrskartierung konnten in vier der neun Gebiete singende Hähne vernommen werden, während dies im Herbst nur noch für zwei Gebiete der Fall war. Im Gebiet 03 wurde im Spätfrühjahr ein Hahn erfasst, welcher nach Ende der 45 Minuten sang und im Gebiet 07 wurde an zwei unterschiedlichen Standorten jeweils ein Hahn gehört, wobei einer davon zweimal sang. An einem Standort von Gebiet 08 wurden zwei Hähne simultan beobachtet, wohingegen von einem anderen Standort aus nur aus weiter Entfernung ein Gesang vernommen werden konnte. In Gebiet 09 sang ein Hahn zweimal, während er seinen Standort wechselte.

Im Herbst wurden nur in den Gebieten 08 und 09 singende Hähne aufgenommen. In Gebiet 08 wurde ein Hahn mit Ortswechsel beobachtet, welcher zweimal rief. In Gebiet 09 konnten an zwei Standorten Simultanbeobachtungen mehrerer Hähne mit intensivem Gesang gemacht werden. Im Umkreis um einen Standort hielten sich zeitgleich drei einzelne Hähne sowie eine Gruppe von drei Vögeln auf, welche am Ende der Beobachtungszeit aufflogen. (siehe Tab. 28, Anhang Abb. 88, 89)

Tabelle 28: Anzahl der singenden Hähne und die Häufigkeit des Gesanges für die einzelnen Untersuchungsgebiete (01 - 09) im Spätfrühjahr (DG 1) und Herbst (DG 3). n=16 singende Hähne.

Gebiet	DG 1		DG 3	
	Hähne	Häufigkeit Gesang	Hähne	Häufigkeit Gesang
01	0		0	
02	0		0	
03	1	1	0	
04	0		0	
05	0		0	
06	0		0	
07	2	3	0	
08	3	4	1	2
09	1	2	6	> 11

Die singenden Hähne, welche in den frühen Morgenstunden aufgenommen wurden, hielten sich in Höhenstufen zwischen 2200 und 2600 m auf. Die Hälfte der Hähne konnte Rasterzellen mit einer mittleren Höhe von 2500 – 2600 m zugeordnet werden, während 37,5 % zwischen 2400 und 2500 m nachgewiesen wurden und nur ein geringer Anteil in tieferen Lagen. Bis auf einen einzigen Nachweis hielten sich alle singenden Hähne in Rasterzellen auf, welche überwiegend westexponiert liegen. 87,5 % der Nachweise wurden in 10 – 20° steilem Gelände erbracht und die restlichen 12,5 % befanden sich in Rasterzellen mit einer mittleren Steilheit von 20 – 30°. Bezüglich der Landnutzung lässt sich festhalten, dass der überwiegende Anteil der Hähne in Flächen mit spärlicher Vegetation sang, während die restlichen 25 % in silikatischen Felsflächen ohne Vegetation zu finden waren. Der Großteil der singenden Hähne befand sich in Rasterzellen mit einer Schneebedeckung von $\leq 20\%$, gefolgt von Rasterzellen mit über 80 % und jenen mit $> 20 - 40\%$ Schneebedeckung. (siehe Tab. 29)

Vergleicht man die nachgewiesenen singenden Hähne im Spätfrühjahr mit jenen im Herbst, fällt auf, dass sie sich im Herbst ausschließlich in den höheren Lagen (2400 – 2600 m) der Gebiete aufhielten, wohingegen im Spätfrühjahr auch einzelne Hähne zwischen 2200 und 2400 m gefunden wurden. 28,57 % der Hähne im Spätfrühjahr wurden in einer Steilheit von 20 – 30° nachgewiesen, im Herbst fanden sich alle Nachweise in weniger steilem Gelände (10 - 20°). Im Herbst wurden noch mehr Hähne auf Flächen mit spärlicher Vegetation nachgewiesen als im Spätfrühjahr. Während im Spätfrühjahr alle singenden Hähne in Rasterzellen mit einer Schneebedeckung von bis zu 40 % nachgewiesen wurden, hielten sich

im Herbst zwei Drittel der Hähne auf nahezu komplett eingeschneiten Flächen (> 80 – 100 %) auf. (siehe Tab. 29)

Tabelle 29: Anteil [%] der Rasterzellen, in denen sich singende Hähne am Morgen aufhielten, über die gesamte Untersuchungsperiode und die einzelnen Kartierungsdurchgänge (DG 1 und 3) bezüglich der mittleren Meereshöhe [m], überwiegenden Exposition, mittleren Steilheit [°], überwiegenden Landnutzung und Schneebedeckung [%] der Rasterzellen. 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. n=16 singende Hähne.

Meereshöhe [m]	gesamt [%]	DG 1 [%]	DG 3 [%]
> 2200 - 2300	6,25	14,29	0
> 2300 - 2400	6,25	14,29	0
> 2400 - 2500	37,5	28,57	44,44
> 2500 - 2600	50	42,86	55,56
Exposition			
West	93,75	85,71	100
Nordwest	6,25	14,29	0
Steilheit [°]			
> 10 - 20	87,5	71,43	100
> 20 - 30	12,5	28,57	0
Landnutzung			
3321	25	42,86	11,11
3331	75	57,14	88,89
Schneebedeckung [%]			
20	56,25	85,71	33,33
40	6,25	14,29	0
100	37,5	0	66,67

4. Diskussion

Während der Kartierungen im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen konnten in allen der neun ausgewählten Untersuchungsflächen (831 ha) Nachweise von alpinen Hühnerarten erbracht werden. Im Spätfrühjahr wurden deutlich mehr Nachweise gefunden (siehe Tab. 5), da viele Losungen noch vom Winter in den Gebieten waren, während in den nachfolgenden Durchgängen mehr frische Nachweise erbracht wurden (siehe Tab. 17). Zusätzlich befanden sich bei der Spätfrühjahrskartierung noch einige Schneefelder in den Untersuchungsflächen, auf welchen die dunklen Losungswalzen leichter zu finden sind als beispielsweise auf bewachsenem Untergrund.

Weiters variiert die Anzahl an Nachweisen zwischen den einzelnen Gebieten stark (siehe Tab. 5). Bezogen auf die Gesamtfläche wurden in den Gebieten 08 und 09 im Zillergrund die meisten Alpenschneehühner nachgewiesen. Diese Untersuchungsflächen sind ausschließlich mit spärlicher Vegetation sowie Felsflächen ohne Vegetation bedeckt und bieten somit ein geeignetes Habitat für Alpenschneehühner (siehe Abb. 48), da diese in Grenzzonen zwischen Vegetationen und Blockfeldern sowohl ein gutes Nahrungsangebot als auch Möglichkeiten zur Deckung und zum Überblick finden (Bergmann und Engländer 1996). Weiters bietet das Gelände viele Auffaltungen (persönliche Einschätzung aufgrund der Kartierungen; siehe 2.2. Auswahl der Probegebiete: Beschreibung der Untersuchungsflächen), wodurch kleinräumige Strukturen mit verschiedenen Mikroklimata entstehen, welche Nahrung und zugleich Schutz vor zu großer Hitze und Feinden bieten dürften. Visinoni et al. (2015) beschreiben den typischen Lebensraum von Alpenschneehühnern als eine Vielzahl von Mikroklimata innerhalb kurzer Distanzen. Vor allem an heißen Sommertagen können sich die Hühner so vor Überhitzung schützen. Im Vergleich zu homogenen Habitaten konnten Nopp-Mayr und Zohmann (2008) bei uneinheitlicher Vegetation und Oberflächenstruktur bis zu dreimal höhere Frühjahrsdichten von Alpenschneehühnern nachweisen. Weiters unterliegen diese beiden Untersuchungsflächen geringer Störung, da keine Beweidung stattfindet und die Wanderwege, welche hindurchführen, relativ wenig genutzt werden (siehe 2.2. Auswahl der Probegebiete: Beschreibung der Untersuchungsflächen).

In den anderen Untersuchungsflächen wurden auch Hinweise auf Alpenschneehühner gefunden, jedoch sank die Anzahl an Nachweisen im Sommer und Herbst. Dies könnte an der zunehmenden Störung durch Weidevieh (persönliche Beobachtung) und Wanderer liegen. Ein

Beispiel dafür liefern die Gebiete 04 und 05 oberhalb der Berliner Hütte. Zwar sorgt die Beweidung dafür, dass offene Flächen erhalten bleiben, allerdings kann vor allem intensive Beweidung zu Nestverlusten und Störungen beim Alpenschneehuhn führen (Novoa et al. 2014). Zusätzlich könnten die vielen Wanderer, welche von Juli bis September den Berliner Höhenweg begehen (611 Personen, 3108 Nächtigungen über die Trekking-Pauschale des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen gebucht), die Alpenschneehühner aus den Gebieten nahe der Berliner Hütte und der Kasseler Hütte (Gebiete 06 und 07) vertreiben, da Raufußhühner aufgrund ihrer Anpassung an die speziellen Umweltbedingungen sehr empfindlich auf Störungen reagieren (Bötsch et al. 2017). Von Juni bis September 2019 wurden in den Schutzhütten innerhalb des Naturparks insgesamt 29.399 Nächtigungen gezählt, die meisten davon im August (12.327 Nächtigungen; Daten der Ortsvorsteherin Ginzling). Diese Zahlen könnten auf eine zunehmende Störung durch Wanderer im Sommer hindeuten, da sich viele der Untersuchungsflächen in der Nähe von Schutzhütten befinden, von wo aus Wanderungen durch die Gebiete führen (G 04 – 07). Nicht nur in den Wintermonaten, sondern auch während des Brutgeschäfts kann es bei Raufußhühnern zu energetischen Engpässen durch häufige Störungen kommen (Varga et al. 2018).

Ähnliche Annahmen gelten für das Gebiet 02, durch welches unterhalb des Wesendlkarsees eine Etappe des Berliner Höhenweges führt. In der Sommer- und Herbstkartierung konnten Alpenschneehühner nur im oberen Bereich nachgewiesen werden, während sich im unteren Bereich, vor allem in der Blockhalde, Hinweise auf Schneehöhlen des Winters fanden. In der schneefreien Zeit scheint der Bereich unterhalb des Sees auch aufgrund der Bodenbedeckung mit Felsflächen ohne Vegetation, alpinem Rasen und extensiv genutzter Almfläche schlechter geeignet zu sein als die spärliche Vegetation im oberen Bereich.

In den Untersuchungsflächen 01 und 03 besteht kaum Störung durch Wanderer. Es befinden sich keine Schutzhütten in unmittelbarer Nähe dieser Gebiete und es führen auch keine Etappen von Weitwanderwegen hindurch, weshalb die Nächtigungsdaten wohl nicht in Zusammenhang mit den Wanderern gebracht werden können. Von Tageswanderern im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen gibt es keine Daten. Jedoch könnte der große Anteil von alpinem Rasen und extensiv genutzter Almfläche eine ungeeignete Landbedeckung für Alpenschneehühner darstellen (siehe Abb. 48). Laut Zohmann und Wöss (2008) sind

Felsflächen essenziell für das Vorkommen von Alpenschneehühnern, da sie Unterschlupfmöglichkeiten und attraktive Randzonen zur Vegetation bilden.

Da bei den Kartierungen hauptsächlich Alpenschneehühner nachgewiesen wurden, erwiesen sich die gewählten Gebiete als geeignete Untersuchungsflächen für diese alpine Vogelart. In der Herbstkartierung wurde im unteren Bereich von Gebiet 06 ein Birkhahn nachgewiesen, was bestätigt, dass deren Verbreitung bis zur Kampfzone zwischen Wald und Zwergstrauchheiden reicht (Klaus et al. 1990). Auch Hinweise auf Steinhühner wurden gefunden, allerdings konnte nur eine Losung dem Steinhuhn zugewiesen werden. Die avifaunistische Grundlagenkartierung (Lentner und Lehne 2017) liefert für das Gebiet des Naturparks kein Vorkommen von Steinhühnern. In Südtirol kommt das Steinhuhn hauptsächlich in westlichen Gebieten vor, an der Grenze zum Naturpark gibt es kaum Nachweise (AVK 2017).

Die Nachweise erfolgten hauptsächlich in Form von Losungen (75,2 %). Aufgrund der hohen Stoffwechselrate setzen Alpenschneehühner über den Tag verteilt im Durchschnitt etwa alle 15 – 20 Minuten eine Losung ab, weshalb sich die Methode der Schleifenlinientaxierung besonders gut zum Nachweis dieser Tierart eignet (mündliche Information R. Lentner). Im Spätfrühjahr wurden häufiger mehr als zwölf Losungswalzen an einer Stelle gefunden, welche auf Schlafplätze oder Schneehöhlen vom Winter hindeuten. Federn wurden vor allem während der ersten und dritten Kartierung gefunden. Die Alpenschneehühner wechseln im Juli vom Brutkleid zum Herbstkleid und ab September beginnt die Mauser vom Herbstkleid zum Winterkleid (Glutz von Blotzheim et al. 1973). Im Spätfrühjahr konnten einige alte Federn nachgewiesen werden, welche noch von der Mauser vom Winter- zum Brutkleid stammen könnten. Während der Herbstkartierung wurden mehr Nachweise durch Federn erbracht als im Sommer. Die Zeiträume des Gefiederwechsels könnten die vermehrten Nachweise durch Federn im Spätfrühjahr und Herbst im Vergleich zum Sommer erklären. Allerdings können Federn vor allem im Hochgebirge vom Wind weit vertragen werden und häufig werden sie von anderen Vögeln als Nistmaterial verwendet. Daher scheint ein Zusammenhang zwischen dem Auffinden von Federn und der Mauser eher unwahrscheinlich (mündliche Information R. Lentner). Über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg gab es keine Hinweise auf Risse oder Rupfungen von Alpenschneehühnern, was darauf hinweist, dass die Bestände dieser Raufußhuhnart viel mehr durch Habitatdegradierung aufgrund menschlicher Aktivitäten und

globaler Erwärmung bedroht werden als durch Prädation (Storch 2007). Einzig während der Herbstkartierung konnten Spuren von Alpenschneehühnern nachgewiesen werden, da es kurz vor der Begehung der Gebiete 08 und 09 frisch geschneit hatte. Auch wurden während der Herbstkartierung dieser beiden Gebiete die meisten Alpenschneehühner gesichtet. Möglicherweise waren die Vögel aktiver und versteckten sich weniger, da sie in ihrem Winterkleid auf dem Schnee für Räuber sehr gut getarnt waren (persönliche Beobachtung). Weiters spielt die Wahl der richtigen Aktivitätsphase eine große Rolle bei Kartierungen. Da die Frühjahrsbegehungen aufgrund der schlechten Wetterlage und Schneeeverhältnisse erst sehr spät gestartet werden konnten, war die Aktivität der Alpenschneehühner möglicherweise schon stark zurückgegangen. Die Kartierungen im Oktober könnten in der Phase der Herbstbalz stattgefunden haben, was die höhere Aktivität der Hühnervögel erklären dürfte (mündliche Information R. Lentner).

In den Untersuchungsflächen des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen wurden die meisten Nachweise von Alpenschneehühnern bei, unter oder auf Felsen erbracht. Dabei handelt es sich in den Zillertaler Alpen meist um vom Gletscher geformte Scheren und Felsbereiche, welche knapp über das Gelände aufragen und nur selten um steile Felswände. In verschiedener Literatur (Bergmann und Engländer 1996; Favaron et al. 2006; Zohmann und Wöss 2008; Schweiger et al. 2012) werden Felsflächen als wichtiger Faktor für die Habitateignung von Alpenschneehühnern genannt, da Felsen als Aussichtspunkt genutzt werden, aber auch zum Schutz vor Räubern und schlechten Witterungsbedingungen dienen. Die Hälfte aller Nachweise, welche am Boden erbracht wurden, befanden sich auf Schneefeldern. Da Alpenschneehühner sehr empfindlich gegenüber zu hohen Temperaturen reagieren (Speakman und Król 2010), werden Schneefelder und Wasserstellen vor allem an heißen Sommertagen zur Abkühlung genutzt (Scridel et al. 2018). Allerdings sind Losungen auf Felsen und Schneefeldern besser sichtbar und somit leichter zu finden als beispielsweise auf alpinem Rasen, weshalb die tatsächlichen Aufenthaltsorte der Alpenschneehühner von diesen Ergebnissen leicht abweichen könnten.

Laut den Geländeaufnahmen wurden die meisten Nachweise von Alpenschneehühnern auf Rasenfragmenten erbracht, welche definiert wurden als Fragmente von alpinem Rasen zwischen Steinen und Felsen. Dies bestätigt Angaben der Literatur, dass Alpenschneehühner heterogene, zerstückelte Landschaften bevorzugen (Favaron et al. 2006; Nopp-Mayr und

Zohmann 2008; Zohmann und Wöss 2008), da die entstehenden Randbereiche einen weiten Überblick während der Nahrungsaufnahme sowie die Möglichkeit zur Flucht bieten (Bergmann und Engländer 1996; Schweiger et al. 2012). Obwohl Felsanteile eine wichtige Struktur für Alpenschneehuhn-Habitate darstellen, wurden in reinen Schutt- (7,36 %) und Blockhalden (14,83 %) nur wenige Nachweise gefunden, da diese Lebensräume zwar reichlich Deckung, jedoch keine Möglichkeit zur Nahrungsaufnahme in unmittelbarer Nähe bieten (Bergmann und Engländer 1996). Wie Zohmann und Wöss (2008) sowie Nelli et al. (2013) berichten, werden Zwergstrauchheiden trotz des großen Nahrungsangebots von Alpenschneehühnern nicht bevorzugt. Zwar bietet dieser Lebensraumtyp gute Deckungsmöglichkeiten, jedoch stehen die Zwergsträucher viel zu dicht, um eine Fortbewegung von Alpenschneehühnern am Boden zu erlauben (Hannon und Martin 2006; Schweiger et al. 2012). Zusätzlich sind vor allem Losungen in den dichten Zwergstrauchheiden sehr schwierig zu finden, was ein weiterer Grund für die wenigen Nachweise sein könnte. Schweiger et al. (2012) legen aber auch dar, dass Zwergstrauchheiden mit geringem Felsanteil von Alpenschneehühnern nur dann genutzt werden, wenn die Zwergsträucher eine geringe Höhe aufweisen, um genügend Überblick zu bieten. Höher gewachsene Zwergstrauchheiden sind von Vorteil, wenn sie zusätzliche Deckung bieten und der Überblick aufgrund eines höheren Felsanteils gewährleistet wird.

Bezüglich des Reliefs konnten die meisten Nachweise dem mittleren Drittel eines Hanges zugeordnet werden, während an Ober- und Unterhängen kaum Hinweise auf Alpenschneehühner gefunden wurden. Häufig wurde Mittelhang als vorherrschendes Relief gewählt, wenn der Fundort nicht eindeutig einem anderen Relief, wie beispielsweise einer Kuppe, zugeordnet werden konnte. Nichtsdestotrotz wurden Alpenschneehühner kaum an Oberhängen nachgewiesen, obwohl obere Bereiche von Hängen, sowie Grate und Rücken einen Wechsel von unterschiedlichen Gegebenheiten (z.B. südexponierter Hang mit Zugang zur Vegetation – nordexponierter Hang mit langer Schneebedeckung) innerhalb kurzer Distanzen ermöglichen (Zeiler 2008). Rücken und Grate wurden in den Untersuchungsflächen des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen gerne aufgesucht (12,71 %), allerdings sind jene Bereiche innerhalb der Probegebiete sehr selten, da die Übergänge in den Zillertaler Alpen höher liegen als die Untersuchungsflächen (persönliche Einschätzung). Das einzige Gebiet, welches einen Grat beinhaltet, ist die Untersuchungsfläche 01 „am Flach“. Hier liegt der Übergang vom südwest- zum nordostexponierten Hang jedoch recht tief auf etwa 2200 m und

ist mit extensiv genutzter Almfläche bedeckt, was für die Alpenschneehühner kein bevorzugtes Habitat darstellen dürfte (siehe Abb. 48). Die Hänge innerhalb der neun Untersuchungsflächen bilden nach oben hin keine Grate, sondern gehen meist in ein kleines Plateau mit nachfolgend einem weiteren Hang oder einer steilen Felswand über, weshalb an Oberhängen nur wenige Nachweise von Alpenschneehühnern gefunden wurden. Das zweithäufigste Relief der Nachweise waren Kuppen. Alpenschneehühner halten sich gerne auf erhöhten Plätzen auf, um einen guten Überblick zu haben und gleichzeitig schnell flüchten zu können im Falle einer drohenden Gefahr (Bergmann und Engländer 1996; Schweiger et al. 2012). In Talböden und Gräben wurden vor allem bei der Spätfrühjahrskartierung Nachweise erbracht, da diese noch vom Winter mit Schnee bedeckt waren und häufig Hinweise auf Schneehöhlen enthielten. In flachen Bereichen wie Plateaus, Terrassen und Hangverebnungen wurden nur sehr wenige Nachweise gefunden. Aufgrund der geringen Heterogenität dürften solche Geländeformen zwar einen guten Überblick und ein gutes Nahrungsangebot bieten, Möglichkeiten zur Deckung scheinen jedoch meist zu fehlen (persönliche Einschätzung).

Beim Vergleich frischer und alter Nachweise fällt auf, dass frische Nachweise am häufigsten am Boden gefunden wurden, während alte Nachweise meist bei/ unter/ auf Felsen erbracht wurden. Dabei gilt jedoch zu beachten, dass Losungen auf trockenen und warmen Flächen, wie beispielsweise Felsen, schneller austrocknen und deshalb früher als alt klassifiziert werden. Schneefelder und feuchtere Bereiche am Boden wirken hingegen konservierend, weshalb darauf abgelegte Losungen deutlich länger frisch bleiben. Die größere Häufigkeit alter Nachweise in der Nähe von Felsen könnte darauf hindeuten, dass diese Bereiche im Winter teilweise schneefrei waren bzw. früher ausaperten und den Alpenschneehühnern Zugang zur Vegetation auf und um den Felsen ermöglichten (Zeiler 2008). Bei den alten Nachweisen, welche auf Schnee gefunden wurden, handelte es sich hauptsächlich um Reste von Schneehöhlen des Winters. Bezüglich des Lebensraumtyps wurden alte Nachweise häufiger auf Rasenfragmenten gefunden, während frische Nachweise öfter Zwergstrauchheiden zugeordnet wurden. Dabei könnte ebenfalls die Sichtbarkeit eine große Rolle spielen, da alte Losungen eine bräunlichere Farbe aufweisen und sich somit in steinigem Bereich zwischen den Rasenfragmenten besser vom Untergrund abheben als in Zwergstrauchheiden, während frische, grünlichere Losungen auf Rasenfragmenten schlechter sichtbar sein dürften.

Im Vergleich der von Alpenschneehühnern genutzten Parameter Meereshöhe, Exposition, Steilheit, Landnutzung und Schneebedeckung mit der gesamten Verfügbarkeit über alle neun Untersuchungsflächen zeigen sich einige Präferenzen. Alpenschneehühner halten sich in höheren Lagen auf, während Bereiche unterhalb von 2100 – 2200 m im Sommer und Herbst gemieden werden. Revermann et al. (2012) berichten von einer Verbreitung der Alpenschneehühner in der Schweiz in Gebieten mit einer mittleren Julitemperatur von weniger als 10 – 12 °C. Der „heat dissipation limit theory“ (Speakman und Król 2010) zufolge suchen endotherme Lebewesen kühlere Plätze auf, um eine Überhitzung zu vermeiden, was für die Alpenschneehühner ein Ausweichen in höhere Lagen bedeutet. Wie auch von Nelli et al. (2013) in den italienischen Alpen berichtet, konnte für die Untersuchungsflächen des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen ein positiver Effekt der Meereshöhe auf die Anwesenheit von Alpenschneehühnern im Sommer und Herbst nachgewiesen werden.

Über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg hielten sich Alpenschneehühner häufiger an westexponierten Hängen auf, während im Sommer süd-, nordost- und ostexponierte Hänge gemieden wurden (siehe Tab. 43, Abb. 43, 44). Die Meidung von südexponierten Bereichen im Sommer deutet wiederum darauf hin, dass Alpenschneehühner kühlere Bereiche bevorzugen und sich laut Visinoni et al. (2015) gerne in nordexponierten Mulden aufhalten. Vor allem im Frühjahr stellen nordexponierte Bereiche wichtige Lebensräume für Alpenschneehühner dar, da dort eine längere Schneebedeckung vorherrscht (Visinoni et al. 2015). Innerhalb der Untersuchungsflächen weisen nur wenige Rasterzellen eine überwiegende Exposition in Richtung Nordwest, Nord und Nordost auf. Diese wurden im Spätfrühjahr noch häufiger genutzt als im Sommer und Herbst. Nichtsdestotrotz wurden diese Rasterzellen weniger genutzt als im gesamten Gebiet vorhanden wären. Eine Präferenz von nordexponierten Bereichen, wie sie Visinoni et al. (2015) beschreiben, kann für die Untersuchungsflächen des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen nicht nachgewiesen werden. Die Vergleiche von Nutzung und Verfügbarkeit wurden anhand der überwiegenden Exposition pro Rasterzelle (100 x 100 m) angestellt. Kleinräumige Strukturen, welche sich in ihrer Exposition voneinander unterscheiden, werden somit nicht berücksichtigt.

Neben dem positiven Einfluss von Meereshöhe konnte von Nelli et al. (2013) ein negativer Effekt von Neigung auf das Vorkommen von Alpenschneehühnern festgestellt werden. Analog dazu wurden auch im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen Bereiche steiler als 30° von

Alpenschneehühnern gemieden, während flachere Bereiche (10 – 20°) verstärkt aufgesucht wurden. Im Laufe der Untersuchungsperiode wurden flachere Bereiche immer häufiger aufgesucht, wohingegen die Präsenz von Alpenschneehühnern in steileren Bereichen zum Herbst hin weiter sank. Es gilt jedoch zu beachten, dass sich die Begehbarkeit mit zunehmender Neigung erschwert, was einen Einfluss auf die geringeren Nachweise in Bereichen zwischen 20 und 30° Steilheit haben könnte.

Im Vergleich zu den verfügbaren Landnutzungsklassen des gesamten Untersuchungsgebiets hielten sich Alpenschneehühner häufiger in Flächen mit spärlicher Vegetation auf (siehe Abb. 48). Dies deckt sich mit Angaben der Literatur (Bergmann und Engländer 1996; Favaron et al. 2006; Nelli et al. 2013; Pedersen et al. 2014; Visinoni et al. 2015), dass diese Raufußhuhnart heterogene Felsflächen mit vereinzelter, sporadischer Vegetation bevorzugt. Die diverse Bodenbedeckung fördert die pflanzliche Vielfalt (Favaron et al. 2006) und bietet den Alpenschneehühnern sowohl Schutz vor Räubern als auch genügend Nahrung (Visinoni et al. 2015). Obwohl Felsflächen ohne Vegetation laut Bergmann und Engländer (1996) aufgrund des fehlenden Nahrungsangebotes kein ideales Habitat für Alpenschneehühner darstellen, wurde diese Landbedeckung während der Untersuchungen im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen auch häufiger aufgesucht (siehe Abb. 48). Gründe dafür könnten in besseren Deckungsmöglichkeiten vor Räubern oder schlechten Witterungsbedingungen liegen (Bergmann und Engländer 1996). Weiters herrschen unter Felsen kühlere Temperaturen als beispielsweise in der Vegetation (Visinoni et al. 2015). Da die Nahrungsaufnahme von Alpenschneehühnern hauptsächlich zu kühleren Tageszeiten - morgens und abends – stattfindet (Marti und Bossert 1985), könnten Blockhalden während der wärmeren Stunden zum Rasten genutzt werden. Extensiv genutzte Almflächen und alpiner Rasen werden im Vergleich zur Verfügbarkeit im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich weniger genutzt (siehe Abb. 48). Vor allem im Sommer zeigt sich eine Meidung von alpinem Rasen. Visinoni et al. (2015) fanden heraus, dass aufgrund geringer Windgeschwindigkeit und gleichzeitig hoher Sonneneinstrahlung in der Vegetation die höchsten Lufttemperaturen innerhalb eines Alpenschneehuhn-Habitats auftreten. Zu große Hitze kann also zu dieser Meidung von alpinem Rasen führen, was durch die „heat dissipation limit theory“ von Speakman und Król (2010) gestützt wird. Die geringere Anwesenheit von Alpenschneehühnern in extensiv genutzten Almflächen ergibt sich einerseits durch die Weidetiere selbst, welche eine Gefahr für die Alpenschneehühner darstellen können (Novoa et al. 2014). Andererseits scheinen

Almflächen aufgrund des geringen Felsanteils und somit fehlender Deckung von Alpenschneehühnern gemieden zu werden.

Alpine Tierarten sind an die kalten Temperaturen des Hochgebirges angepasst und könnten bei wärmeren Temperaturen physiologischen Problemen ausgesetzt sein (Furrer et al. 2016). Glutz von Blotzheim et al. (1973) beobachteten hechelnde Alpenschneehühner, welche sich an heißen Sommertagen in Wasser oder auf Schnee abkühlten. Da kühlere Bereiche gezielt aufgesucht werden (Visinoni et al. 2015), haben dauerhaft vorhandene Schneefelder einen positiven Effekt auf das Vorkommen von Alpenschneehühnern (Pedersen et al. 2014). Während der Herbstkartierung im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen konnte dies bestätigt werden, indem Rasterzellen mit einer Schneebedeckung von über 80 % häufiger genutzt wurden. Im Spätfrühjahr wurden Bereiche mit höchster Schneebedeckung jedoch seltener aufgesucht, wohingegen Schneebedeckungen von 0 – 20 und > 60 – 80 % einen positiven Effekt auf das Vorhandensein von Alpenschneehühnern hatten (siehe Tab. 26). Möglicherweise werden komplett schneebedeckte Rasterzellen von den Hühnern im Spätfrühjahr nicht bevorzugt, da kein Zugang zur Bodenvegetation besteht (Storch 2007). In Übergangsbereichen von Schneefeldern dürften die Tiere jedoch Nahrung in der Vegetation finden, während sie gleichzeitig die Möglichkeit zu haben scheinen, sich auf Schneefeldern abzukühlen. Tragen die Vögel noch ihr Winterkleid, so sind sie auf Schneefeldern zusätzlich besser getarnt, während das braune Brutkleid auf bewachsenem Untergrund Tarnung bietet (Thaler und Neyer 1983).

Obwohl teilweise viel begangene Wanderwege durch die Untersuchungsflächen führen, konnte keine Präferenz oder Meidung von Wanderwegen festgestellt werden (siehe Tab. 27). Da Menschen, insbesondere wenn sie Hunde mit sich führen, von Vögeln als Prädatoren gesehen werden, bedeutet deren Anwesenheit für Alpenschneehühner immer Stress (Banks und Bryant 2007). Vor allem während des Brutgeschäfts und im Winter sind die Tiere störungsempfindlich (Varga et al. 2018). Bötsch et al. (2017) zeigen, dass Dichte und Artenvielfalt der Brutvögel bereits durch geringe menschliche Aktivitäten reduziert werden können. Allerdings wurde keine zeitliche Nutzung der Wanderwege erfasst. Möglicherweise nutzen Alpenschneehühner die Wanderwege vornehmlich, wenn keine Wanderer unterwegs sind und meiden diese untertags.

Die Daten der singenden Hähne am Morgen stimmen sehr gut mit den Ergebnissen der Schleifenlinientaxierung überein. So wurden in den Gebieten 08 und 09 mit den meisten Nachweisen auch die intensivsten Gesänge in den Morgenstunden vernommen, während in den restlichen Gebieten kaum oder gar keine singenden Hähne registriert wurden. In großen Gebieten mit relativ wenigen Alpenschneehühnern könnte die Revierverteidigung durch den Hahn vernachlässigt werden, wenn für jeden Hahn eine ausreichende Reviergröße zur Verfügung steht (mündliche Information R. Lentner). Da im Sommer auch während der Schleifenlinientaxierungen keine singenden Hähne nachgewiesen wurden, bestätigt sich die Annahme, dass in dieser Zeit aufgrund der Brut und der Jungenaufzucht die Gesangsaktivität der Hähne sehr gering ist (Bauer et al. 2005). Analog zu den Daten der Schleifenlinientaxierung konnten die meisten Hähne an westexponierten, 10 – 20° steilen Hängen auf Flächen mit spärlicher Vegetation nachgewiesen werden. Ein Viertel der Hähne befand sich auf Felsflächen ohne Vegetation, welche einen guten Überblick boten. Weiters fanden sich die Hähne im Herbst nur in höheren Lagen, während im Spätfrühjahr teilweise auch tiefere Lagen genutzt wurden, was die Ergebnisse der Schleifenlinientaxierung stützt, dass im Sommer und Herbst höhere Lagen aufgesucht werden (siehe Tab. 22). Auch die Nutzung von Schneefeldern stellt sich ähnlich dar wie bei den Ergebnissen der Schleifenlinientaxierung, indem im Spätfrühjahr Rasterzellen mit geringer Schneebedeckung genutzt werden, während im Herbst zunehmend Hähne auf komplett zugeschneiten Flächen nachgewiesen werden konnten. Die meisten Gesänge wurden gleich zu Beginn der Aufnahmezeit vernommen, eine Reaktion auf die Klangattrappen konnte nur einmal festgestellt werden. Allerdings waren die Tonaufnahmen je nach vorherrschendem Wind teilweise nicht sehr weit hörbar, weshalb die Reaktionen darauf ausgeblieben sein könnten. Während der Kartierungen im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen wurden als Klangattrappe MP3-Dateien verwendet. Bergmann et al. (2008) merken an, dass sich WAV-Dateien für die Lockung von Vögeln besser eignen, da diese im Gegensatz zu MP3-Dateien nicht komprimiert wurden. Obwohl für das menschliche Ohr kein Unterschied hörbar ist, kann es vorkommen, dass Vögel auf MP3-Dateien nicht reagieren (Bergmann et al. 2008). Weiters könnte die zeitliche Komponente eine Rolle spielen, da von Nopp-Mayr und Zohmann (2008) in den österreichischen Alpen nach 05:20 Uhr keine singenden Hähne mehr nachgewiesen wurden, während im Schweizer Aletschgebiet die Rufaktivität von Alpenschneehühner zwischen 04:23 und 05:50 Uhr begann (Marti et al. 2016). In den meisten Untersuchungsflächen wurden von jeder Person zwei unterschiedliche

Standorte aufgesucht. Daher könnte es beim zweiten Beobachtungspunkt häufig schon zu spät gewesen sein, um singende Hähne zu vernehmen.

4.1. Fehlerquellen

Im Zuge der Kartierungen von Spätfrühjahr bis Herbst 2019 konnten einige Ungenauigkeiten in der Anwendung der Methodik entdeckt werden, welche die Ergebnisse eventuell beeinflussen.

Da die Kartierungen teilweise mit Unterstützung von Freunden und Familie, sowie vom Naturpark durchgeführt wurden, kamen viele Kartierer/-innen zum Einsatz. Besonders beim Ausfüllen des Protokolls ergeben sich dadurch Unterschiede, weil Parameter wie Relief oder Schneebedeckung im Umkreis von 30 m um den Nachweis der persönlichen Auffassung unterliegen. Auch die botanischen Kenntnisse haben Einfluss auf die Wahl des Lebensraumtyps, in welchem der Nachweis erbracht wurde. Es waren Personen mit verschiedenen Erfahrungen im Einsatz, die unterschiedliche Fähigkeiten zum Auffinden von Nachweisen besitzen.

Eine weitere Ungenauigkeit ergibt sich durch die verwendeten GPS-Geräte. Je nach Empfang wurden die begangenen Routen mit unterschiedlicher Genauigkeit gespeichert. Teilweise zeigten sich Ausschweife der GPS-Aufzeichnung, welche jedoch innerhalb weniger Meter (< 50 m) um den tatsächlichen Standort lagen und deshalb vernachlässigt wurden. Bei der Herbstkartierung kam es zu einem Ausfall des GPS-Gerätes, weshalb die betreffenden Rasterzellen von den weiteren Berechnungen ausgeschlossen werden mussten.

5. Fazit

Die Fragestellungen dieser Arbeit lassen sich wie folgt beantworten.

In welchen Gebieten halten sich die Alpenschneehühner auf?

In allen gewählten Untersuchungsflächen konnten Nachweise von Alpenschneehühnern erbracht werden. Bevorzugt werden vor allem die Gebiete 08 und 09 im Zillergrund. Aufgrund der Bodenbedeckung und Diversität des Geländes, sowie der geringen Störung durch Wanderer und Weidetiere, scheinen diese Bereiche sehr gut als Habitat für Alpenschneehühner geeignet zu sein.

Welche Habitate werden von den Schneehühnern als Lebensraum bevorzugt?

Alpenschneehühner präferieren Flächen mit spärlicher Vegetation und Felsflächen ohne Vegetation, wohingegen alpiner Rasen und extensiv genutzte Almflächen womöglich wegen fehlender Deckungsmöglichkeiten selten aufgesucht werden. Diese alpine Hühnerart hält sich im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen bevorzugt an westexponierten, mäßig steilen (10 – 20°) Hängen auf, welche mit einer heterogenen Mischung aus Felsanteilen und Rasenflächen bedeckt sind.

Verändern sich die Lebensräume von Schneehühnern im Laufe des Jahres? Welche Höhenlagen, Expositionen, Hangneigungen, Landnutzungsklassen und Schneebedeckungen werden von den Alpenschneehühnern genutzt?

Von Juli bis Oktober ändern sich die Habitate von Alpenschneehühnern vor allem in Bezug auf die Meereshöhe. Im Sommer und Herbst sind diese Raufußhühner in höheren Lagen anzutreffen als im Spätfrühjahr. Als Tundrenbewohner sind Alpenschneehühner an kalte Temperaturen angepasst und weichen bei zu großer Hitze in kühlere Gebiete aus (Revermann et al. 2012; Nelli et al. 2013). Die Annahme, dass Alpenschneehühner im Sommer in höhere Lagen wandern bestätigt sich anhand der Daten dieser Arbeit, allerdings bleiben die Tiere auch noch im Herbst in höher gelegenen Bereichen. Zusätzlich kann der Hitze zugeschrieben werden, dass südexponierte Hänge von den Tieren im Sommer gemieden werden. Die Präferenz von mäßig steilen Bereichen (10 – 20°) und Flächen mit spärlicher Vegetation verstärkt sich im Verlauf von Spätfrühjahr bis Herbst. Im Spätfrühjahr wurden von den Alpenschneehühnern Bereiche mit einer geringen bis mittleren Schneebedeckung (0 – 20 %,

> 60 – 80 %) bevorzugt, wohingegen im Herbst nahezu komplett schneebedeckte Flächen (> 80 – 100 %) häufiger aufgesucht wurden.

In welchen Gebieten können revieranzeigende Verhaltensweisen (singende Alpenschneehühner) festgestellt werden?

Die meisten singenden Hähne konnten in den Gebieten 08 und 09 während der Spätfrühjahrs- und Herbstkartierung nachgewiesen werden. Zusätzlich wurden im Spätfrühjahr in den Gebieten 03 und 07 singende Hähne vernommen. In den restlichen Gebieten konnte während der Zählungen am Morgen kein revieranzeigendes Verhalten erfasst werden.

Aufgrund des Klimawandels und dem damit einhergehenden Anstieg der Baumgrenze könnten Habitate von Alpenschneehühnern zunehmend schrumpfen. Revermann et al. (2012) sagen für das Jahr 2070 bei einer Temperaturerhöhung von 4 °C einen Rückgang der Verbreitung des Alpenschneehuhns in der Schweiz um bis zu zwei Drittel voraus. Um die Bestände des Alpenschneehuhns im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen längerfristig zu kontrollieren, eignen sich die Untersuchungsflächen dieser Arbeit als Dauerbeobachtungsflächen für ein zukünftiges Monitoring. Im Jahr 2020 wird die Forschung zu den Alpenschneehühnern im Gebiet fortgeführt. Es werden weitere genetische Proben gesammelt und zusammen mit jenen aus dem Jahr 2019 analysiert. Außerdem wird anhand der Zählung singender Hähne am Morgen in zweiwöchigen Abständen eine Revierkartierung durchgeführt, um die Dichte von Alpenschneehühnern zu berechnen. Zusätzlich werden zwei Untersuchungsflächen nach oben hin erweitert, um eine Wanderung der Tiere in höhere Lagen zu untersuchen. Da Raufußhühner besonders empfindlich auf Störungen reagieren (Varga et al. 2018), sollte die touristische Nutzung innerhalb der Naturparkregion genau beobachtet werden. Aufgrund der energetischen Engpässe im Winter muss vor allem bei der Ausweisung von Skitourenrouten versucht werden, die menschliche Störung in Alpenschneehuhn-Habitaten so gering wie möglich zu halten.

6. Literaturverzeichnis

AVK (2017): Atlas der Brutvögel Südtirols 2010 - 2015: Union, Meran.

Banks, P. B.; Bryant, J. V. (2007): Four-legged friend or foe? Dog walking displaces native birds from natural areas. In: *Biology letters* 3 (6), S. 611–613. DOI: 10.1098/rsbl.2007.0374.

Bauer, H.-G.; Bezzel, E.; Fiedler, W. (Hg.) (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. 2., vollst. überarb. Aufl. Wiebelsheim, Hunsrück: Aula.

Beniston, M.; Diaz, H. F.; Bradley, R. S. (1997): Climatic Change at High Elevation Sites: an Overview. In: *Climatic Change* 36, S. 233–251. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1023/A:1005380714349>.

Bergmann, H.-H.; Engländer, W. (1996): Lebensraumnutzung des Alpenschneehuhns (*Lagopus mutus*) zur sommerlichen Mauserzeit. In: *Wissenschaftliche Mitteilung aus dem Nationalpark Hohe Tauern* 2, S. 113–122.

Bergmann, H.-H.; Helb, H.-W.; Baumann, S. (2008): Die Stimmen der Vögel Europas. 474 Vogelporträts mit 914 Rufen und Gesängen auf 2200 Sonagrammen; mit DVD: alle Rufe und Gesänge als WAV- und MP3-Dateien mit Bildern. Wiebelsheim: Aula-Verl.

Bertermann, C.; Weber-Sparenberg, C.; Pechura, A.; Renard, A.-I.; Bergmann, H.-H. (1998): Zur Ernährung von Alpenschneehühnern *Lagopus mutus helveticus* im Sommer. In: *Egretta* 41 (1), S. 15–26.

BirdLife International (2016): *Lagopus muta* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016.

Bisi, F.; Martinoli, A.; D'Acunto, D.; Gagliardi, A.; Masseroni, E.; Franceschi, C. de et al. (2017): Habitat selection by Alpine Rock Ptarmigan *Lagopus muta helvetica* in the Italian Alps. In: *Ornithological Science* 16, S. 93–100.

Bötsch, Y.; Tablado, Z.; Jenni, L. (2017): Experimental evidence of human recreational disturbance effects on bird-territory establishment. In: *Proceedings. Biological sciences* 284 (1858). DOI: 10.1098/rspb.2017.0846.

Buchgraber, K. (2007): Bedeutung und Perspektiven des Grünlandes als zentrales Element der Kulturlandschaft im Alpenraum. In: *13. Alpenländisches Expertenforum 29. März 2007, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Irdning*, S. 1–6.

Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung (2014): Raumstudie Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen. Endbericht. Hg. v. Klosterhuber & Partner OEG. Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung. Innsbruck.

Caizergues, A.; Bernard-Laurent, A.; Brenot, J-F; Ellison, L.; Rasplus, J. Y. (2003): Population genetic structure of rock ptarmigan *Lagopus mutus* in Northern and Western Europe. In: *Molecular ecology* 12 (8), S. 2267–2274. DOI: 10.1046/j.1365-294x.2003.01889.x.

Chamberlain, D. E.; Negro, M.; Caprio, E.; Rolando, A. (2013): Assessing the sensitivity of alpine birds to potential future changes in habitat and climate to inform management strategies. In: *Biological Conservation* 167, S. 127–135. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.07.036.

Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union (2009): Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November.

- Dvorak, M.; Landmann, A.; Teufelbauer, N.; Wichmann, G.; Berg, H.-M.; Probst, R. (2017): Erhaltungszustand und Gefährdungssituation der Brutvögel Österreichs: Rote Liste (5. Fassung) und Liste für den Vogelschutz prioritärer Arten (1. Fassung). In: *Egretta* 55, S. 6–42.
- ESA (2020): Copernicus Open Access Hub. ESA. Online verfügbar unter <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, zuletzt aktualisiert am 23.04.2020, zuletzt geprüft am 27.04.2020.
- Favaron, M.; Scherini, G. C.; Preatoni, D.; Tosi, G.; Wauters, L. A. (2006): Spacing behaviour and habitat use of rock ptarmigan (*Lagopus mutus*) at low density in the Italian Alps. In: *Journal of Ornithology* 147 (4), S. 618–628. DOI: 10.1007/s10336-006-0087-z.
- Furrer, R.; Schaub, M.; Bossert, A.; Isler, R.; Jenny, H.; Jonas, T. et al. (2016): Variable decline of Alpine Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in Switzerland between regions and sites. In: *Journal of Ornithology* 157 (3), S. 787–796. DOI: 10.1007/s10336-016-1324-8.
- García-González, R.; Aldezabal, A.; Laskurain, N. A.; Margalida, A.; Novoa, C. (2016): Influence of Snowmelt Timing on the Diet Quality of Pyrenean Rock Ptarmigan (*Lagopus muta pyrenaica*): Implications for Reproductive Success. In: *PloS one* 11 (2). DOI: 10.1371/journal.pone.0148632.
- Glutz von Blotzheim, U. N.; Bauer, K.; Bezzel, E. (1973): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, vol 5: Galliformes und Gruiformes. Frankfurt: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Grabherr, G.; Gottfried, M.; Paull, H. (1994): Climate effects on mountain plants. In: *Nature* 369 (6480), S. 448. DOI: 10.1038/369448a0.
- Hannon, S. J.; Martin, K. (2006): Ecology of juvenile grouse during the transition to adulthood. In: *Journal of Zoology* 269 (4), S. 422–433. DOI: 10.1111/j.1469-7998.2006.00159.x.
- Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen (2019): Hütten im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen. Online verfügbar unter <https://www.naturpark-zillertal.at/naturpark-erleben/huetten-im-naturpark.html>, zuletzt aktualisiert am 28.02.2020, zuletzt geprüft am 28.02.2020.
- IPCC (2019): Hauptaussagen SR1.5 SPM. Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung (SR1.5), 2018. Bern, Bonn, Wien.
- Ivlev, V. S. (1961): Experimental Ecology of the Feeding of Fishes. New Haven: Yale University Press.
- Kays, R.; Parsons, A. W.; Baker, M. C.; Kalies, E. L.; Forrester, T.; Costello, R. et al. (2017): Does hunting or hiking affect wildlife communities in protected areas? In: *Journal of Applied Ecology* 54 (1), S. 242–252. DOI: 10.1111/1365-2664.12700.
- Keller, V.; Gerber, A.; Schmid, H.; Volet, B.; Zbinden, N. (2010): Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. In: *Umwelt- Vollzug* 1019.
- Klaus, S.; Bergmann, H.-H.; Marti, C.; Müller, F.; Vitovic, O. A.; Wiesner, J. (1990): Die Birkhühner. *Tetrao tetrix* und *T. mlokosiewiczi*. 1. Aufl. d. Neubearb. Wittenberg Lutherstadt: Ziemsen (Die neue Brehm-Bücherei, 397).
- Körner, C. (2012): Alpine Treelines. Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits. Basel: Springer Basel (SpringerLink Bücher). Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10653415>.
- Land Tirol - data.gv.at (2020): Gelände Tirol - Datensätze - data.gv.at. Online verfügbar unter <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/0454f5f3-1d8c-464e-847d-541901eb021a>, zuletzt aktualisiert am 01.03.2020, zuletzt geprüft am 01.03.2020.

- Landmann, A.; Lentner, R.; Schatz, H. (Hg.) (2001): Die Brutvögel Tirols. Bestand, Gefährdung, Schutz und Rote Liste. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner (Berichte d. naturwiss.-medizinischen Vereins in Innsbruck, Suppl. 14 (2001)).
- Lentner, R. (2019): Raufußhühner-Monitoring Tirol: In der Zielgeraden der zweiten Runde der Untersuchungen in den Referenzgebieten. In: *Jagd in Tirol* 2019 (12/ 2019), S. 24–28.
- Lentner, R.; Lehne, F. (2017): Avifaunistische Grundlagenkartierung 2016: Bezirke Schwaz, Kufstein und Teilen von Innsbruck Land. Land Tirol.
- Marti, C.; Bossert, A. (1985): Beobachtungen zur Sommeraktivität und Brutbiologie des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* im Aletschgebiet (Wallis). In: *Der Ornithologische Beobachter* (82), S. 153–168.
- Marti, C.; Bossert, A.; Pauli, H. R. (2016): Bestand und Verbreitung von Birkhuhn *Tetrao tetrix* und Alpenschneehuhn *Lagopus muta* im Aletschgebiet von 1970 bis 2015. In: *Der Ornithologische Beobachter* 2016 (113), S. 1–30.
- Nelli, L.; Meriggi, A.; Franzoi, A. (2013): Habitat selection by breeding rock ptarmigan *Lagopus muta helvetica* males in the western Italian Alps. In: *Wildlife Biology* 19 (4), S. 382–389. DOI: 10.2981/13-009.
- Nopp-Mayr, U.; Zohmann, M. (2008): Spring densities and calling activities of Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in the Austrian Alps. In: *Journal of Ornithology* 149 (1), S. 135–139. DOI: 10.1007/s10336-007-0231-4.
- Novoa, C.; Astruc, G.; Desmet, J.-F.; Besnard, A. (2016): No short-term effects of climate change on the breeding of Rock Ptarmigan in the French Alps and Pyrenees. In: *Journal of Ornithology* 157 (3), S. 797–810. DOI: 10.1007/s10336-016-1335-5.
- Novoa, C.; Besnard, A.; Brenot, J.-F.; Ellison L. N. (2008): Effect of weather on the reproductive rate of Rock Ptarmigan *Lagopus muta* in the eastern Pyrenees. In: *Ibis* 150 (2), S. 270–278. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2007.00771.x.
- Novoa, C.; Desmet, J.-F.; Muffat-Joly, B.; Arvin-Berod, M.; Belleau, E.; Birck, C.; Losinger, I. (2014): Le lagopède alpin en Haute-Savoie, biologie des populations et impact des activités humaines.
- Pedersen, Å. Ø.; Blanchet, M.-A.; Hörnell-Willebrand, M.; Jepsen, J. U.; Biuw, M.; Fuglei, E. (2014): Rock Ptarmigan (*Lagopus muta*) breeding habitat use in northern Sweden. In: *J Ornithol* 155 (1), S. 195–209. DOI: 10.1007/s10336-013-1001-0.
- Peer, K. (2005): Habitatmerkmale von Brutrevieren des Alpenschneehuhns (*Lagopus mutus*) im Kühtai, Tirol. In: *Egretta* (48), S. 35–44.
- Pernollet, C.; Korner-Nievergelt, F.; Jenni, L. (2015): Regional changes in the elevational distribution of the Alpine Rock Ptarmigan *Lagopus muta helvetica* in Switzerland. In: *IBIS (international journal of avian science)* 157, S. 823–836.
- Peronace, V.; Cecere, J. G.; Gustin, M.; Rondinini, C. (2012): Lista Rossa 2011 degli uccelli nidificanti in Italia. In: *Avocetta* 36, S. 11–58.
- Pohl, H.-D.; Seifert, W. (2019): Die Bergnamen der Zillertaler Alpen. Ein Gipfelbuch der anderen Art: Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen.
- Putkonen, J.; Roe, G. (2003): Rain-on-snow events impact soil temperatures and affect ungulate survival. In: *Geophys. Res. Lett.* 30 (4), S. 437. DOI: 10.1029/2002GL016326.

- Reimoser, S.; Reimoser, F. (2016): Raufußhuhn-Monitoring Tirol 2015. Bericht über das Auerhuhn-Birkhuhn- und Schneehuhnvorkommen im Land Tirol. Hg. v. Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie. Veterinärmedizinische Universität, Wien.
- Revermann, R.; Schmid, H.; Zbinden, N.; Spaar, R.; Schröder, B. (2012): Habitat at the mountain tops: How long can Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) survive rapid climate change in the Swiss Alps? A multi-scale approach. In: *Journal of Ornithology* 153 (3), S. 891–905. DOI: 10.1007/s10336-012-0819-1.
- Rüdisser, J.; Tasser, E.; Tappeiner, U. (2012): Distance to nature—A new biodiversity relevant environmental indicator set at the landscape level. In: *Ecological Indicators* 15 (1), S. 208–216. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.09.027.
- Schweiger, A.-K.; Nopp-Mayr, U.; Zohmann, M. (2012): Small-scale habitat use of black grouse (*Tetrao tetrix* L.) and rock ptarmigan (*Lagopus muta helvetica* Thienemann) in the Austrian Alps. In: *European Journal of Wildlife Research* 58 (1), S. 35–45. DOI: 10.1007/s10344-011-0537-7.
- Schweizerische Vogelwarte: Vögel der Schweiz. Alpenschneehuhn. Schweizerische Vogelwarte. Online verfügbar unter <https://www.vogelwarte.ch/>, zuletzt geprüft am 14.02.2019.
- Scridel, D.; Brambilla, M.; Martin, K.; Lehikoinen, A.; Lemma, A.; Matteo, A. et al. (2018): A review and meta-analysis of the effects of climate change on Holarctic mountain and upland bird populations. In: *IBIS (international journal of avian science)* 160 (3), S. 489–515. DOI: 10.1111/ibi.12585.
- Speakman, J. R.; Król, E. (2010): Maximal heat dissipation capacity and hyperthermia risk: neglected key factors in the ecology of endotherms. In: *The Journal of animal ecology* 79 (4), S. 726–746. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2010.01689.x.
- Storch, I. (2007): Grouse. Status survey and conservation action plan 2006-2010. Gland, Switzerland, Fordingbridge, UK: IUCN; World Pheasant Assoc.
- Suggitt, A. J.; Gillingham, P. K.; Hill, J. K.; Huntley, B.; Kunin, W. E.; Roy, D. B.; Thomas, C. D. (2011): Habitat microclimates drive fine-scale variation in extreme temperatures. In: *Oikos* 120 (1), S. 1–8. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2010.18270.x.
- Thaler, E.; Neyer, S. (1983): Über die Mauser des Alpenschneehuhns (*Lagopus mutus helveticus*) - Beobachtungen aus dem Alpenzoo Innsbruck. In: *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* (70), S. 215–226.
- Tiroler Jägerverband: Jagdzeiten in Tirol. Hg. v. Tiroler Jägerverband. Online verfügbar unter <https://www.tjv.at/service/jagdzeiten/>, zuletzt geprüft am 23.02.2020.
- Unander, S.; Pedersen, Å. Ø.; Soininen, E. M.; Descamps, S.; Hörnell-Willebrand, M.; Fuglei, E. (2016): Populations on the limits: survival of Svalbard rock ptarmigan. In: *Journal of Ornithology* 157 (2), S. 407–418. DOI: 10.1007/s10336-015-1282-6.
- van der Wal, R.; Stien, A. (2014): High-arctic plants like it hot: a long-term investigation of between-year variability in plant biomass. In: *Ecology* 95 (12), S. 3414–3427. DOI: 10.1890/14-0533.1.
- Varga, K.; Savioz, J.; Birrer, S. (2018): Vögel in den eidgenössischen Jagdbanngebieten. Bericht zuhanden des Bundesamts für Umwelt (BAFU).
- Visinoni, L.; Pernollet, C. A.; Desmet, J.-F.; Korner-Nievergelt, F.; Jenni, L. (2015): Microclimate and microhabitat selection by the Alpine Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) during summer. In: *Journal of Ornithology* 156 (2), S. 407–417. DOI: 10.1007/s10336-014-1138-5.

- Watson, A.; Moss, R. (2004): Impacts of ski-development on ptarmigan (*Lagopus mutus*) at Cairn Gorm, Scotland. In: *Biological Conservation* 116 (2), S. 267–275. DOI: 10.1016/S0006-3207(03)00197-6.
- Wilson, S.; Martin, K. (2010): Variable reproductive effort for two ptarmigan species in response to spring weather in a northern alpine ecosystem. In: *Journal of Avian Biology* 41 (3), S. 319–326. DOI: 10.1111/j.1600-048X.2009.04945.x.
- Zeiler, H. (2008): Birkwild. Haselhuhn; Schneehuhn. Wien: Österr. Jagd- und Fischereiverlag.
- Zeitler, A.; Glänzer, U. (1998): Skiing and grouse in the Bavarian Alps. In: *Grouse News* 15, S. 8–12.
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2020): Klimamittel. Online verfügbar unter <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/daten-download/klimamittel>, zuletzt aktualisiert am 05.03.2020, zuletzt geprüft am 05.03.2020.
- Zohmann, M.; Pennerstorfer, J.; Nopp-Mayr, U. (2013): Modelling habitat suitability for alpine rock ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) combining object-based classification of IKONOS imagery and Habitat Suitability Index modelling. In: *Ecological Modelling* 254, S. 22–32. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2013.01.008.
- Zohmann, M.; Wöss, M. (2008): Spring density and summer habitat use of alpine rock ptarmigan *Lagopus muta helvetica* in the southeastern Alps. In: *European Journal of Wildlife Research* 54 (2), S. 379–383. DOI: 10.1007/s10344-007-0149-4.

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen innerhalb Tirols.	17
Abbildung 2: Lage des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen.....	18
Abbildung 3: mittlere monatliche Lufttemperatur [°C] in Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).....	19
Abbildung 4: mittlere monatliche Niederschlagssumme [mm] in Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).....	19
Abbildung 5: mittlere monatliche Windgeschwindigkeit [m/s] in Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).....	20
Abbildung 6: Lage der Untersuchungsflächen (01 – 09) innerhalb des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen.	22
Abbildung 7: Gebiet 01 "Am Flach" am Tuxer Hauptkamm.....	23
Abbildung 8: Gebiet 02 "Wesendlkar" am Tuxer Hauptkamm.	24
Abbildung 9: Gebiet 03 "Fuchsböden" im Hauptental.	25
Abbildung 10: Gebiete 04 und 05 "Schwarzensteinalm" im Zemmgrund oberhalb der Berliner Hütte.	26
Abbildung 11: Gebiete 06 und 07 „Sonntagskar“ im Stillupgrund nahe der Kasseler Hütte.	28
Abbildung 12: Gebiete 08 und 09 "Hohenaukar" im Zillergrund.	29
Abbildung 13: Schema der Schleifenlinientaxierung. Beispiel aus der zweiten Begehung der Gebiete 06 und 07.....	32
Abbildung 14 a) und b): a) Beispiel eines Lösungsfundes vom Alpenschneehuhn auf einer Schneefläche © Franziska Fieg. b) Sommerfedern eines Alpenschneehuhns © Anselm Fried.	32
Abbildung 15: Anzahl der Nachweispunkte pro Gebiet (G 01 - G 09) und Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=221.....	38
Abbildung 16:Anzahl der Nachweise des ersten Kartierdurchgangs (DG 1) in allen Untersuchungsgebieten.	38
Abbildung 17: Anzahl der Nachweise des zweiten Kartierdurchgangs (DG 2) in allen Untersuchungsgebieten.	39
Abbildung 18: Anzahl der Nachweise des dritten Kartierdurchgangs (DG 3) in allen Untersuchungsgebieten.	39
Abbildung 19: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) im Untersuchungsgebiet 01.....	40
Abbildung 20: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) im Untersuchungsgebiet 02.....	40
Abbildung 21: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) in den Untersuchungsgebieten 04 und 05.....	41
Abbildung 22: Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) in den Untersuchungsgebieten 06 und 07.....	41
Abbildung 23 a) und b): Nachweise aller Kartierungsdurchgänge (DG 1 - 3) in den Untersuchungsgebieten a) 03, b) 08 und 09.	42
Abbildung 24: Anteil [%] der Nachweisarten über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	44
Abbildung 25: Anteil [%] der Nachweisart pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise. .	44
Abbildung 26: Anteil [%] der Anzahl von Lösungswalzen eines Nachweises pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=185 Lösungsfunde.	45
Abbildung 27: Anteil [%] der Nachweisorte über die gesamte Untersuchungsperiode. Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.....	46
Abbildung 28: Anteil [%] der Nachweisorte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.....	47

Abbildung 29: Lage der Nachweise durch Schneehöhlen/ Schlafplätze über alle Untersuchungsflächen und alle Kartierungsdurchgänge (DG 1 – 3). n=22 Nachweispunkte.	47
Abbildung 30: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	48
Abbildung 31: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	49
Abbildung 32: Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	50
Abbildung 33: Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	51
Abbildung 34: Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	52
Abbildung 35: Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	52
Abbildung 36: Anteil [%] der Nachweisorte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.	54
Abbildung 37: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.	55
Abbildung 38: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis über die gesamte Untersuchungsperiode. NW: Nachweis, Track: begangene Route. n=1086 Rasterzellen.	56
Abbildung 39: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Untersuchungsgebiet (G 01 – 09) über die gesamte Untersuchungsperiode. NW: Nachweis, Track: begangene Route, n=1103 Rasterzellen: einige Zellen liegen in Grenzbereichen zweier Gebiete und erscheinen in der Analyse doppelt.	57
Abbildung 40: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3). NW: Nachweis. n=1086 Rasterzellen.	57
Abbildung 41: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Meereshöhe [m]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	59
Abbildung 42: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Meereshöhe [m]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	60
Abbildung 43: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Exposition. n=1086 Rasterzellen.	61
Abbildung 44: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Exposition. n=1086 Rasterzellen.	61
Abbildung 45: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Exposition. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	62
Abbildung 46: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Steilheit [°]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	63

Abbildung 47: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Steilheit [°]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	64
Abbildung 48: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern über die gesamte Untersuchungsperiode genutzten Rasterzellen im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Landnutzung. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. n=1086 Rasterzellen.	65
Abbildung 49: Tabelle 24: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Landnutzung. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	66
Abbildung 50: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen im ersten Kartierungsdurchgang (DG 1) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der Schneebedeckung [%]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	67
Abbildung 51: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen im zweiten Kartierungsdurchgang (DG 2) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der Schneebedeckung [%]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	68
Abbildung 52: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen im dritten Kartierungsdurchgang (DG 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der Schneebedeckung [%]. * kennzeichnet die negative Selektion ($\leq - 0,5$), + die positive Selektion ($\geq 0,5$) laut Ivlev Electivity Index (Ivlev 1961). n=1086 Rasterzellen.	68
Abbildung 53: Feldprotokoll zur Aufnahme der singenden Hähne am Morgen.	97
Abbildung 54: Aufnahmeprotokoll der Schleifenlinientaxierung.	98
Abbildung 55: Beispiel einer Feldkarte des Untersuchungsgebietes 01.	99
Abbildung 56: verfügbare Meereshöhe [m] in Gebiet 01.	100
Abbildung 57: verfügbare Meereshöhe [m] in Gebiet 02.	100
Abbildung 58: verfügbare Meereshöhe [m] in den Gebieten 04 und 05.	101
Abbildung 59: verfügbare Meereshöhe [m] in den Gebieten 06 und 07.	101
Abbildung 60 a) und b): verfügbare Meereshöhe [m] in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.	102
Abbildung 61: verfügbare Exposition in Gebiet 01.	103
Abbildung 62: verfügbare Exposition in Gebiet 02.	103
Abbildung 63: verfügbare Exposition in den Gebieten 04 und 05.	104
Abbildung 64: verfügbare Exposition in den Gebieten 06 und 07.	104
Abbildung 65: a) und b): verfügbare Exposition in den Gebieten a) 03, b) 08) und 09.	105
Abbildung 66: : verfügbare Steilheit [°] in Gebiet 01.	105
Abbildung 67: verfügbare Steilheit [°] in Gebiet 02.	106
Abbildung 68: verfügbare Steilheit [°] in den Gebieten 04 und 05.	106
Abbildung 69: verfügbare Steilheit [°] in den Gebieten 06 und 07.	107
Abbildung 70a) und b): verfügbare Steilheit [°] in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.	107
Abbildung 71: verfügbare Landnutzung in Gebiet 01.	108

Abbildung 72: verfügbare Landnutzung in Gebiet 02.	108
Abbildung 73: verfügbare Landnutzung in den Gebieten 04 und 05.	109
Abbildung 74: verfügbare Landnutzung in den Gebieten 06 und 07.	109
Abbildung 75 a) und b): verfügbare Landnutzung in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.	110
Abbildung 76: Schneebedeckung [%] im Gebiet 01 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).	111
Abbildung 77: Schneebedeckung [%] im Gebiet 02 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).	111
Abbildung 78: Schneebedeckung [%] im Gebiet 03 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).	112
Abbildung 79: Schneebedeckung [%] in den Gebieten 04 und 05 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).	112
Abbildung 80: Schneebedeckung [%] in den Gebieten 06 und 07 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).	113
Abbildung 81: Schneebedeckung [%] in den Gebieten 08 und 09 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).	114
Abbildung 82: Nachweise pro 100 m begangener Route über alle Durchgänge in Gebiet 01.	115
Abbildung 83: Nachweise pro 100 m begangener Route über alle Durchgänge in Gebiet 02.	115
Abbildung 84: Nachweise pro 100 m begangener Route über alle Durchgänge in Gebiet 03.	116
Abbildung 85: Nachweise pro 100 m begangener Route über alle Durchgänge in den Gebieten 04 und 05.	116
Abbildung 86: Nachweise pro 100 m begangener Route über alle Durchgänge in den Gebieten 06 und 07.	117
Abbildung 87: Nachweise pro 100 m begangener Route über alle Durchgänge in den Gebieten 08 und 09.	117
Abbildung 88: Nachweise durch singende Hähne in Gebiet 07.	118
Abbildung 89 a) und b): Nachweise durch singende Hähne in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.	118

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wetterdaten der Station Mayrhofen i. Z. von Juli - Oktober 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1981 - 2010).....	19
Tabelle 2: Flächengrößen der Untersuchungsgebiete [ha] der ersten Begehung (DG 1) und nach der Anpassung (DG 2/3).	21
Tabelle 3: verfügbare Meereshöhe [m] und Exposition aller Rasterzellen über das gesamte Untersuchungsgebiet.	34
Tabelle 4: verfügbare Steilheit [°] und Landnutzung aller Rasterzellen über das gesamte Untersuchungsgebiet. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte.	34
Tabelle 5: Anzahl der Nachweise pro Gebiet (01 - 09) und Kartierungsdurchgang (DG). n=221.....	37
Tabelle 6: Anzahl der nachgewiesenen Hühnerarten pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3) und über die gesamte Untersuchungsperiode (gesamt). n=236.	43
Tabelle 7: Anzahl und Anteil [%] der Nachweisarten über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	43
Tabelle 8: Anteil [%] der Nachweisarten pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	44
Tabelle 9: Anzahl und Anteil [%] der Nachweisorte über die gesamte Untersuchungsperiode. Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.	46
Tabelle 10: Anteil [%] der Nachweisorte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). Strauch: bei/ unter Strauch, Felsen: bei/ unter/ auf Felsen. n=236 Nachweise.....	46
Tabelle 11: Anzahl und Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	48
Tabelle 12: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	49
Tabelle 13: Anzahl und Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	50
Tabelle 14: Anteil [%] der Reliefs der Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	50
Tabelle 15: Anzahl und Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte über die gesamte Untersuchungsperiode. n=236 Nachweise.	52
Tabelle 16: Anteil [%] der Schneebedeckungsklassen (0 – 100 %) im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte pro Kartierungsdurchgang (DG 1 - 3). n=236 Nachweise.	52
Tabelle 17: Anzahl der alten und frischen Nachweise in den entsprechenden Untersuchungsflächen (Gebiet 01 - 09) und Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3). n=199 Nachweise.	53
Tabelle 18: Anteil [%] der Nachweisorte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.	54
Tabelle 19: Anteil [%] der Lebensraumtypen im Umkreis von 30 m um die Nachweispunkte von frischen und alten Nachweisen über die gesamte Untersuchungsperiode. n=199 Nachweise.....	55
Tabelle 20: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Untersuchungsgebiet (G 01 – 09) über die gesamte Untersuchungsperiode. NW: Nachweis, Track: begangene Route, n=1103 Rasterzellen: einige Zellen liegen in Grenzbereichen zweier Gebiete und erscheinen in der Analyse doppelt.....	56
Tabelle 21: Anteil [%] der Rasterzellen mit/ ohne Nachweis pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3). NW: Nachweis. n=1086 Rasterzellen.....	57
Tabelle 22: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Meereshöhe [m]. n=1086 Rasterzellen.....	59

Tabelle 23: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Exposition. n=1086 Rasterzellen.....	62
Tabelle 24: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der mittleren Steilheit [°]. Da Bereiche mit einer Neigung von > 40° nicht begangen wurden, enthalten diese keine Nachweise. n=1086 Rasterzellen.....	63
Tabelle 25: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen bezüglich der überwiegenden Landnutzung. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. Da die Rasterzelle mit Silikat Lärchen-Fichtenwald nicht begangen wurde, enthält diese keine Nachweise. n=1086 Rasterzellen. .	65
Tabelle 26: Anteil [%] der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen pro Kartierungsdurchgang (DG 1 – 3) im Vergleich zu den im gesamten Untersuchungsgebiet verfügbaren Rasterzellen (verfügbar DG 1 – 3) bezüglich der Schneebedeckung [%]. n=1086 Rasterzellen.	67
Tabelle 27: Ivlev-Index (Ivlev 1961) der von Alpenschneehühnern genutzten Rasterzellen mit Wanderwegen. n=1086 Rasterzellen.	69
Tabelle 28: Anzahl der singenden Hähne und die Häufigkeit des Gesanges für die einzelnen Untersuchungsgebiete (01 - 09) im Spätfrühjahr (DG 1) und Herbst (DG 3). n=16 singende Hähne. ..	70
Tabelle 29: Anteil [%] der Rasterzellen, in denen sich singende Hähne am Morgen aufhielten, über die gesamte Untersuchungsperiode und die einzelnen Kartierungsdurchgänge (DG 1 und 3) bezüglich der mittleren Meereshöhe [m], überwiegenden Exposition, mittleren Steilheit [°], überwiegenden Landnutzung und Schneebedeckung [%] der Rasterzellen. 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte. n=16 singende Hähne.....	71
Tabelle 30: Nachweispunkte der Kartierungen im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen. Mehrfache Nachweise von demselben Individuum wurden zu einem Nachweis zusammengefasst, außer wenn sie an unterschiedlichen Fundorten innerhalb 50 m nachgewiesen wurden (a, b, ...). Felsen: bei/ unter/ auf Felsen; BL: Blinddarmlösung. n = 236 Nachweise.....	119
Tabelle 31: Daten der Kartierung im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen 2019 mit den beteiligten Kartierer/-innen. DG: Durchgang	130
Tabelle 32: Ivlev Electricity Indices (E) (Ivlev 1961) der von Schneehühnern genutzten Parameter (Exposition, Meereshöhe [m], Steilheit [°], Landnutzung, Schneebedeckung [%]). Werte ≤-0,5 (negative Selektion) und ≥0,5 (positive Selektion) sind fett gedruckt dargestellt. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte, – – keine Daten: Schneebedeckungsklassen im Sommerdurchgang nicht vorhanden. Dunkelgrau hinterlegte Parameter haben aufgrund der fehlenden Begehung keine Aussage und wurden in den Ergebnissen vernachlässigt. n=1086.....	131

9. Abkürzungsverzeichnis

N	nördliche Breite
g	Gramm
mm	Millimeter
cm	Zentimeter
m/s	Meter pro Sekunde
m	Meter (Meereshöhe: Meter über Adria)
ha	Hektar
km ²	Quadratkilometer
DGM	Digitales Geländemodell
IUCN	International Union for Conservation of Nature
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
DG	(Kartierungs-)Durchgang
G	(Untersuchungs-)Gebiet

10. Anhang

10.1. Materialien für die Feldarbeit

Kartierer/in <input type="text"/>		Untersuchungsgebiet <input type="text"/>	Standort <input type="text"/>	
Datum <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 2019		Begehungsdurchgang <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3		
Witterung <input type="radio"/> wolkenlos <input type="radio"/> leichter Regen <input type="radio"/> windig <input type="radio"/> heiter <input type="radio"/> Dauerregen <input type="radio"/> dämmerig <input type="radio"/> bewölkt <input type="radio"/> Schneefall <input type="radio"/> neblig				
Start Uhrzeit <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Einsatz der Klangattrappe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (nach 30 Minuten) End Uhrzeit <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (nach 45 Minuten)				
Beobachtete Hähne				
Nr.	Uhrzeit	Klangattrappe eingesetzt?	Henne?	Bemerkung
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Abbildung 53: Feldprotokoll zur Aufnahme der singenden Hähne am Morgen.

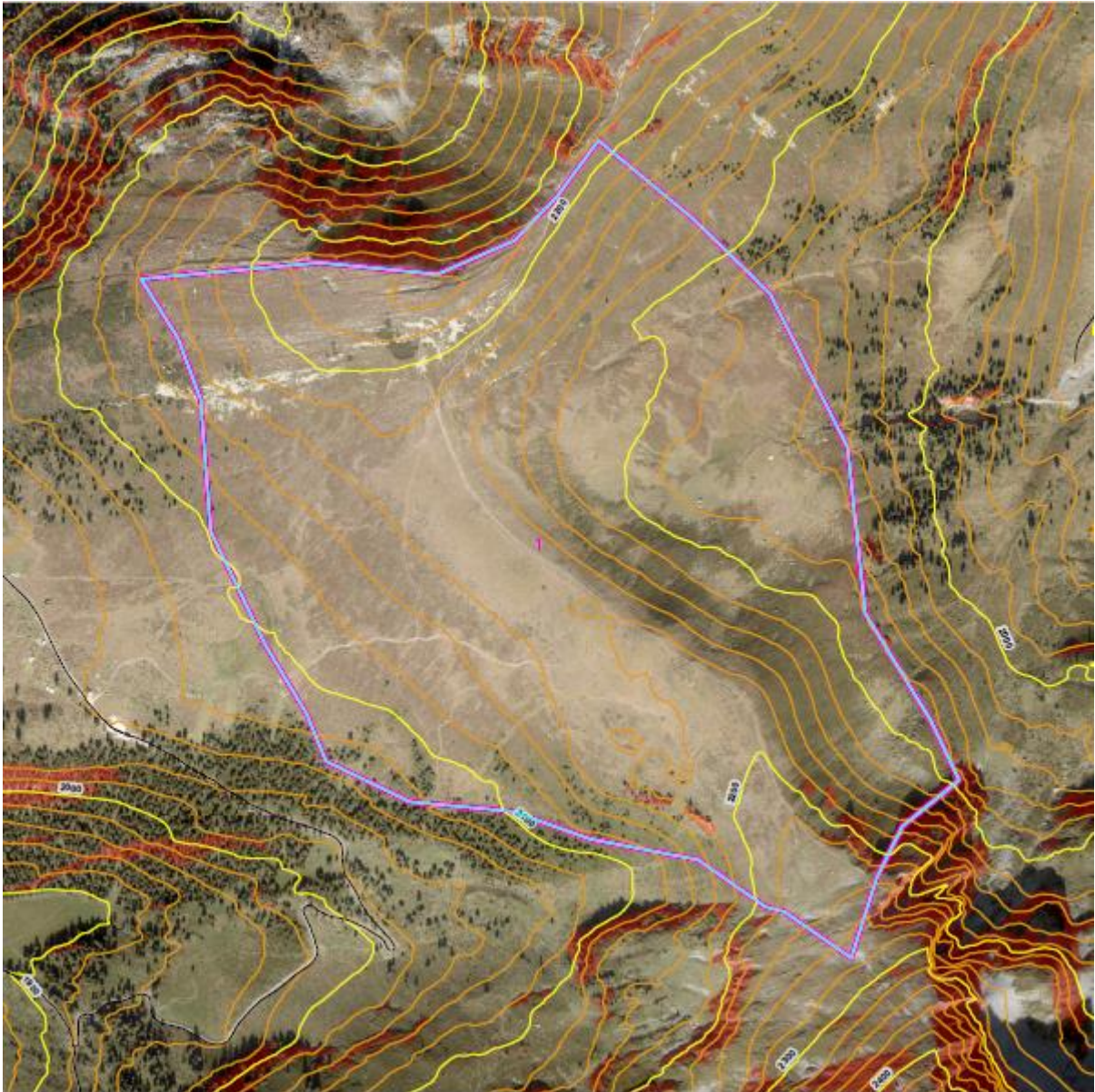


Abbildung 55: Beispiel einer Feldkarte des Untersuchungsgebiets 01.

10.2. Verfügbare Parameter der Rasterzellen

Meereshöhe [m]

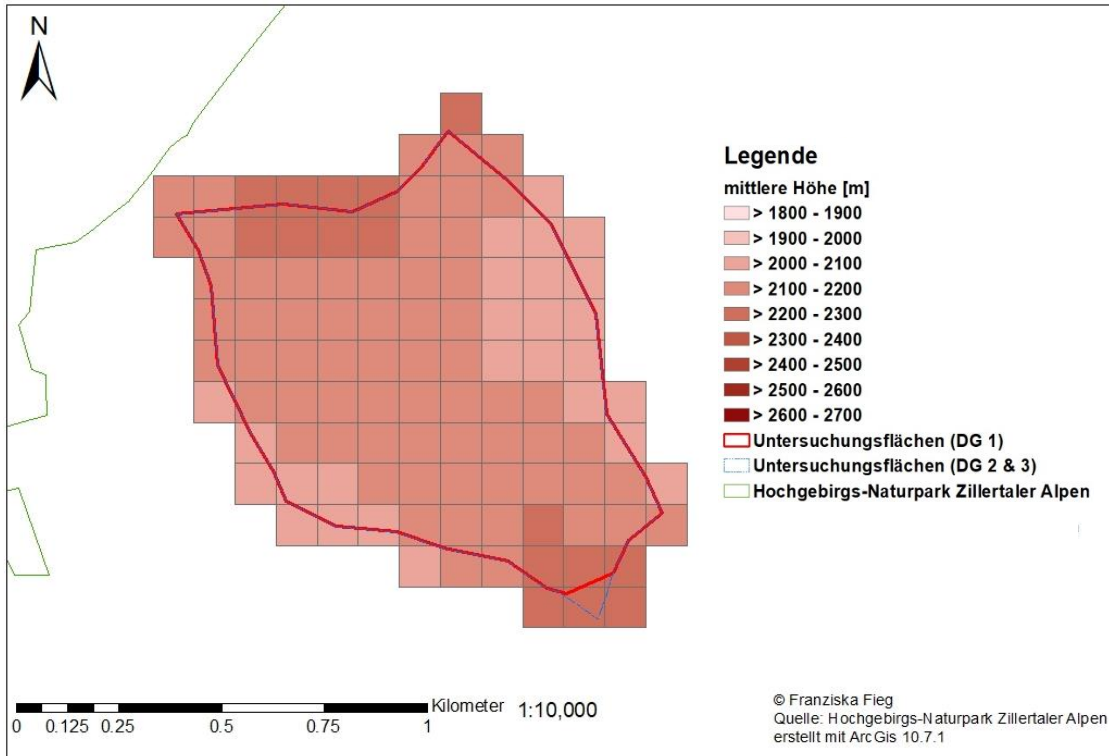


Abbildung 56: Mittlere Meereshöhe [m] pro Rasterzelle in Gebiet 01.

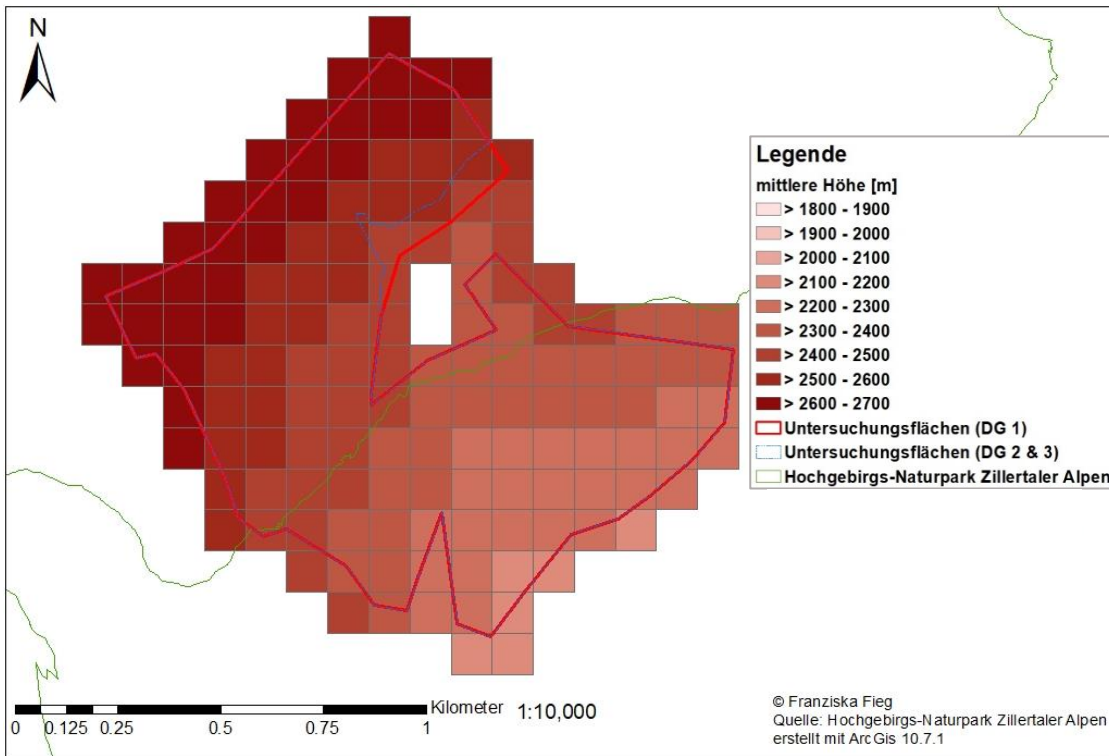


Abbildung 57: Mittlere Meereshöhe [m] pro Rasterzelle in Gebiet 02.

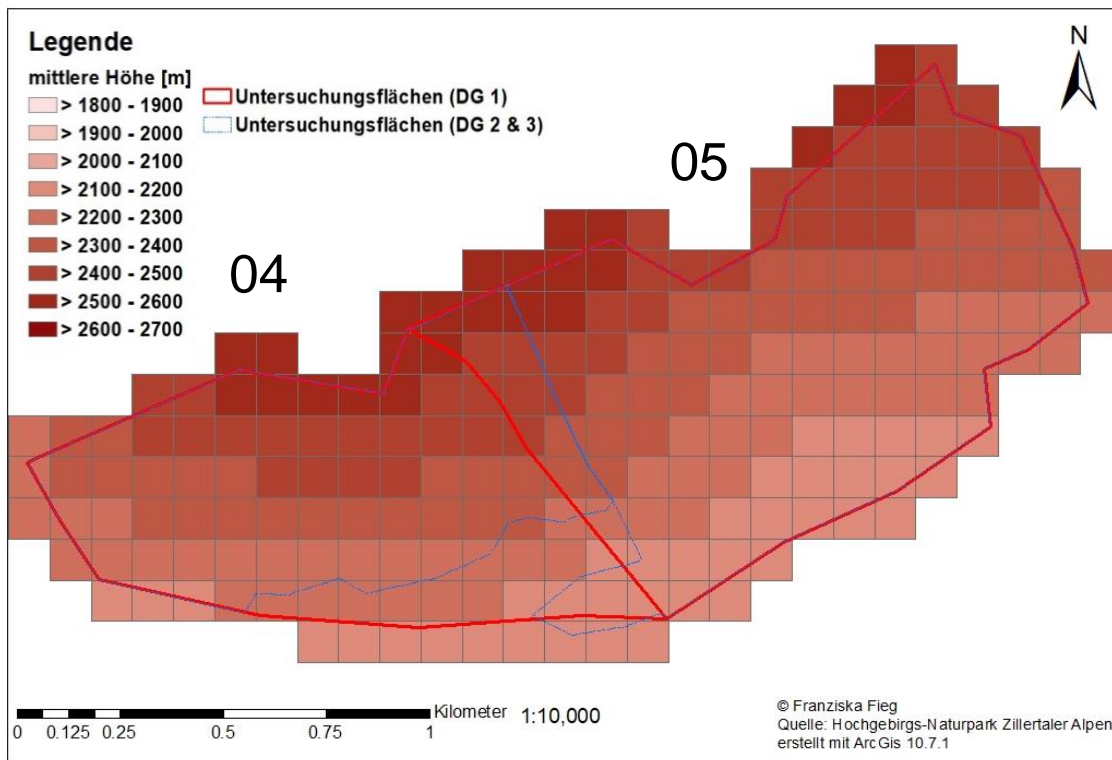


Abbildung 58: Mittlere Meereshöhe [m] pro Rasterzelle in den Gebieten 04 und 05.

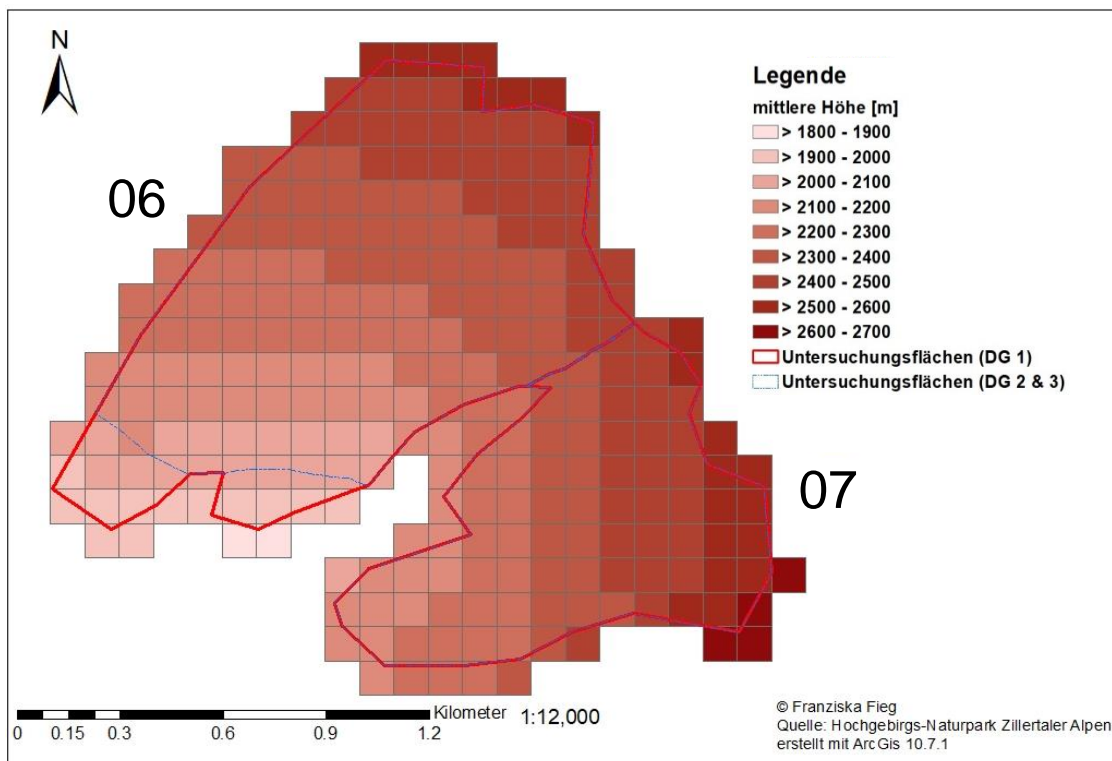


Abbildung 59: Mittlere Meereshöhe [m] pro Rasterzelle in den Gebieten 06 und 07.

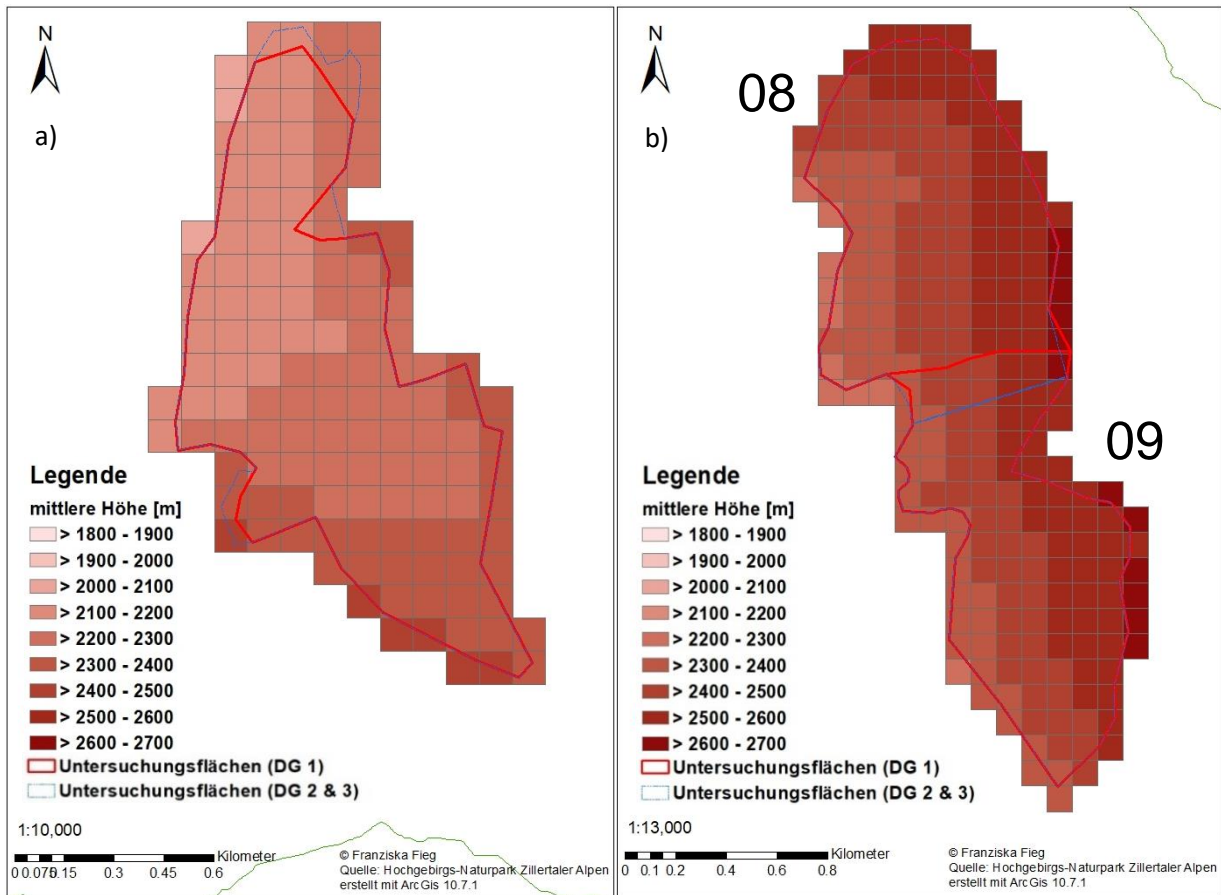


Abbildung 60 a) und b): Mittlere Meereshöhe [m] pro Rasterzelle in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.

Exposition

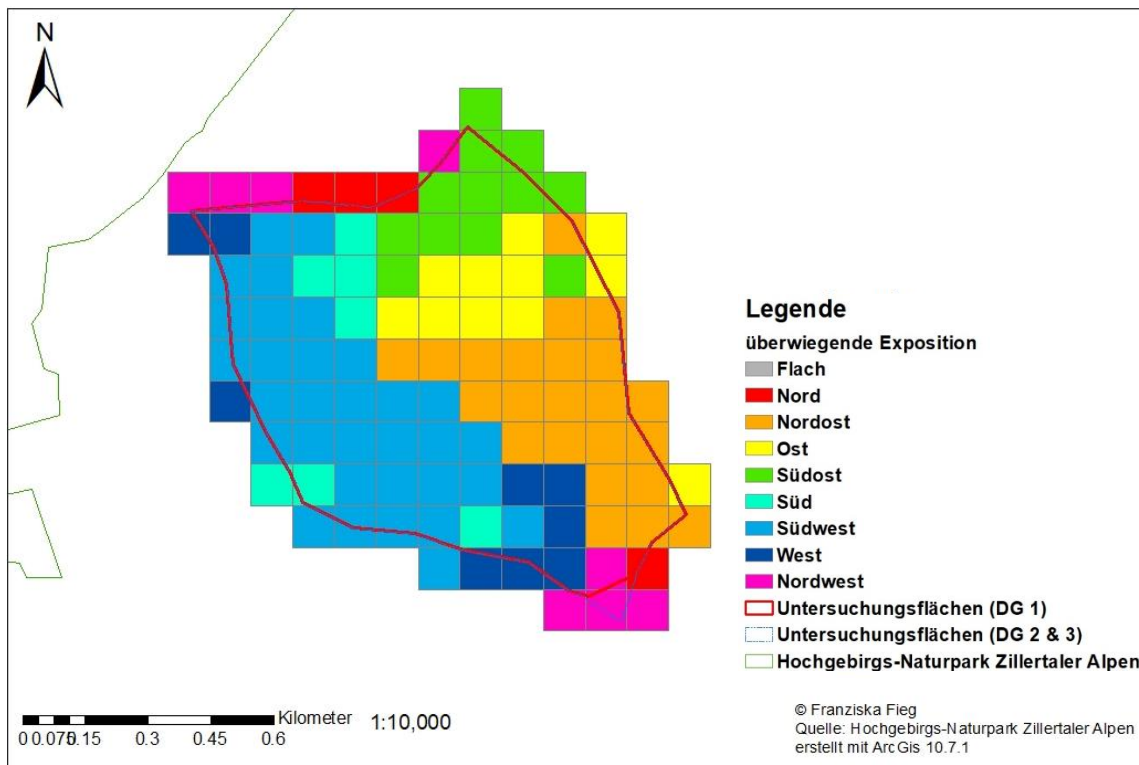


Abbildung 61: Überwiegende Exposition je Rasterzelle in Gebiet 01.

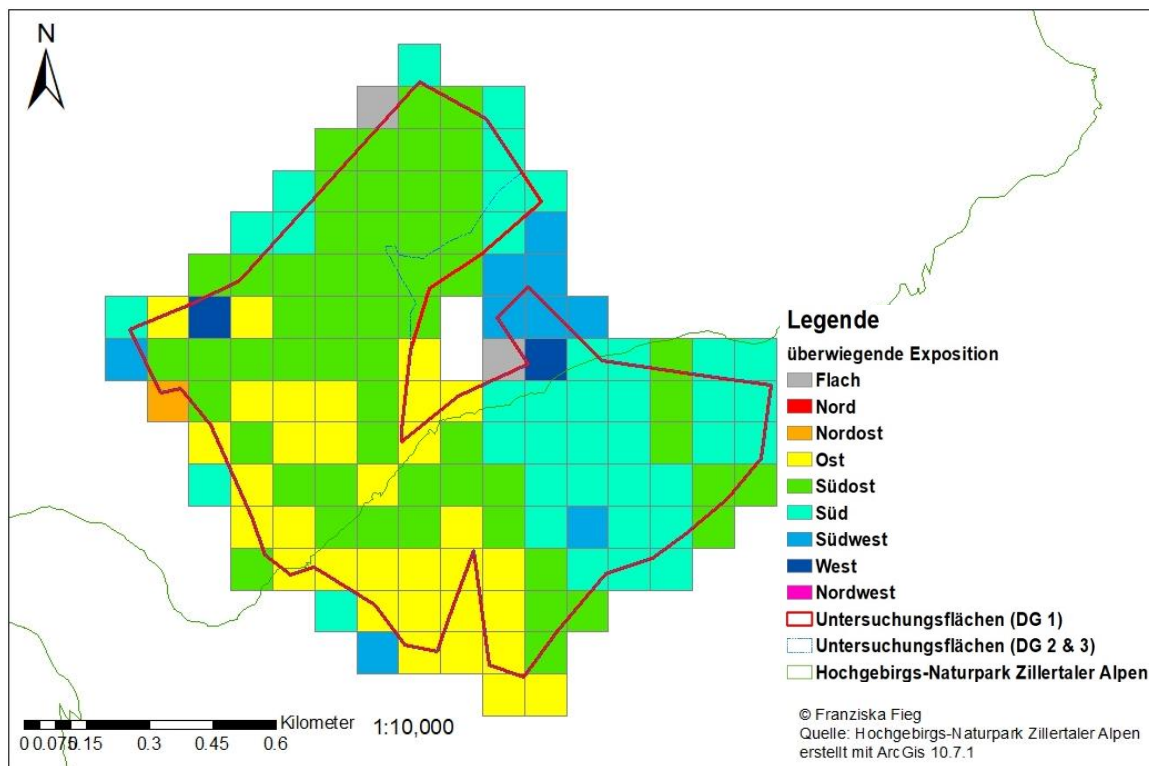


Abbildung 62 Überwiegende Exposition je Rasterzelle in Gebiet 02.

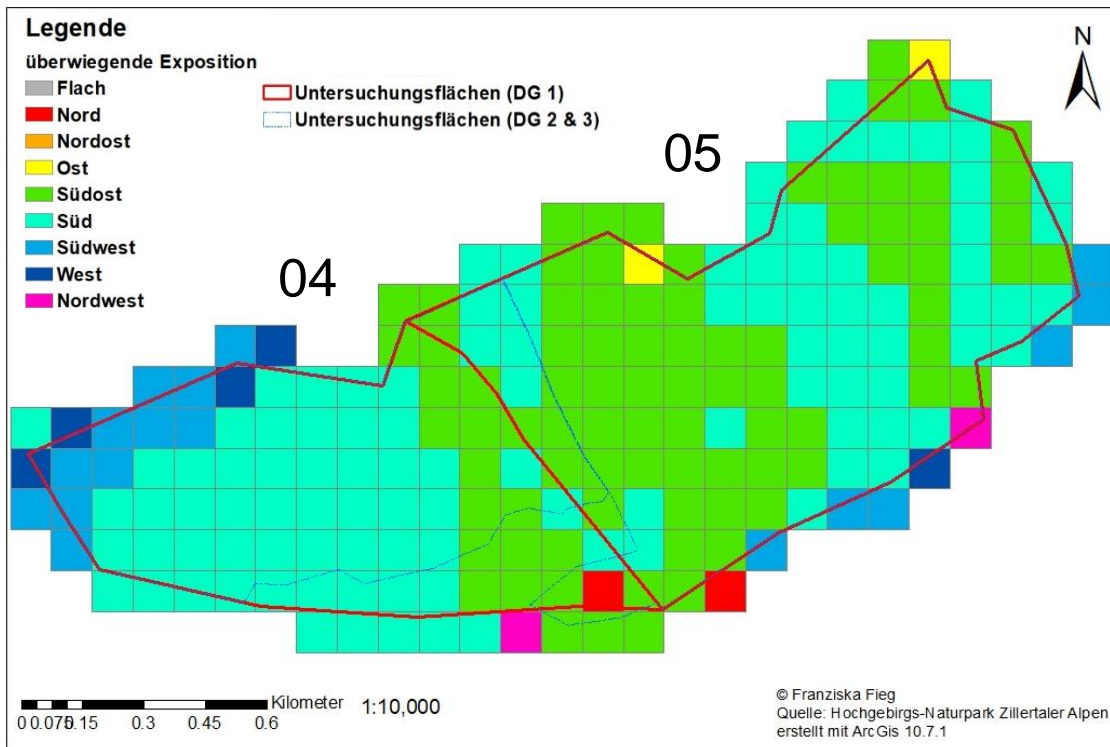


Abbildung 63: Überwiegende Exposition je Rasterzelle in den Gebieten 04 und 05.

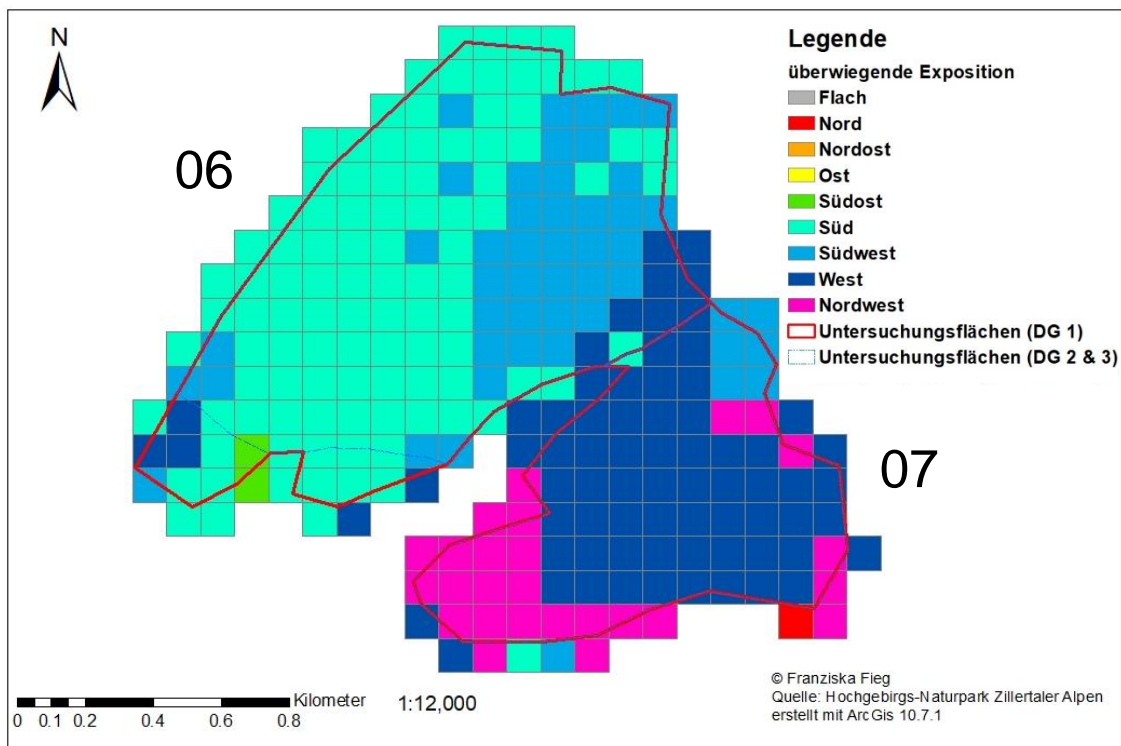


Abbildung 64: Überwiegende Exposition je Rasterzelle in den Gebieten 06 und 07.

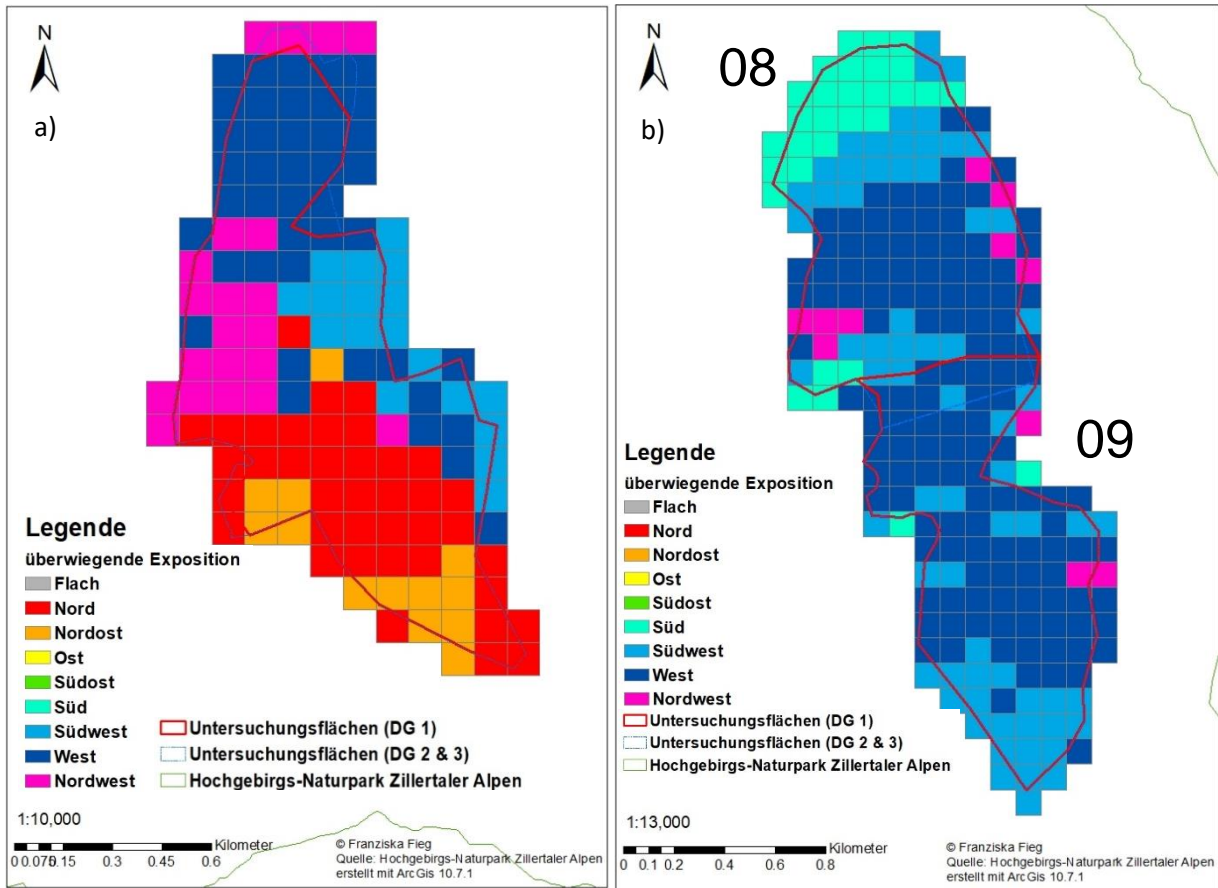


Abbildung 65: a) und b): Überwiegende Exposition je Rasterzelle in den Gebieten a) 03, b) 08) und 09.

Steilheit [°]

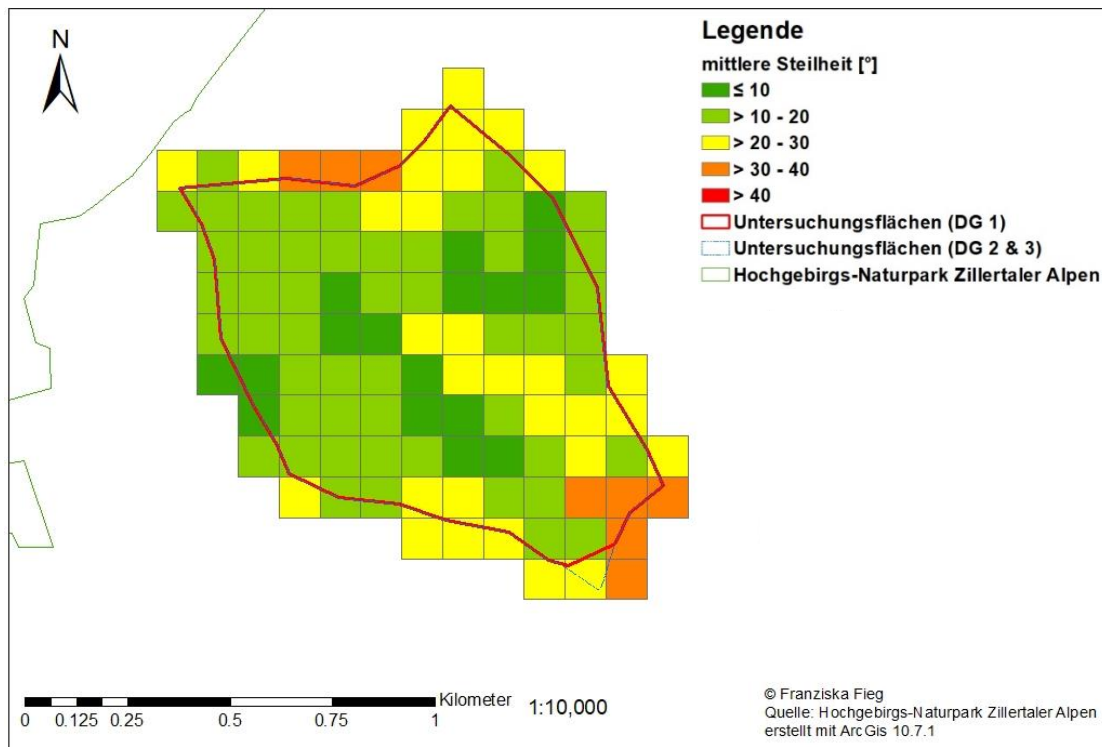


Abbildung 66: Mittlere Steilheit [°] je Rasterzelle in Gebiet 01.

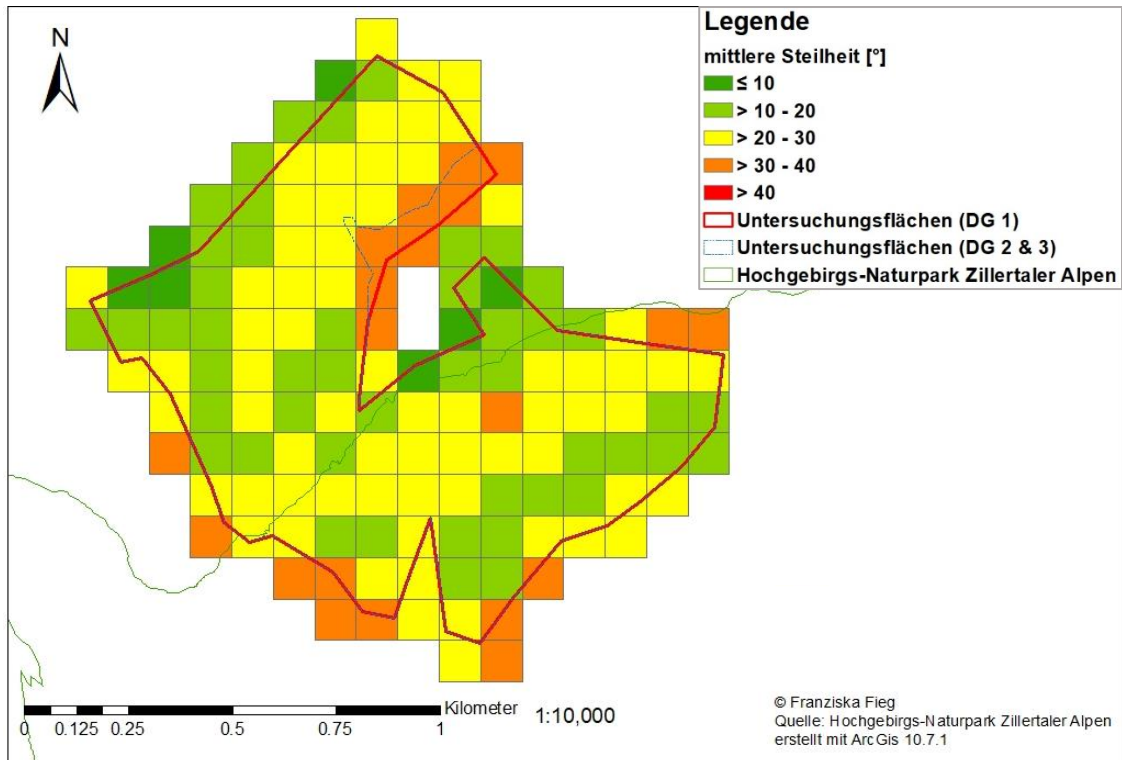


Abbildung 67: Mittlere Steilheit [°] je Rasterzelle in Gebiet 02.

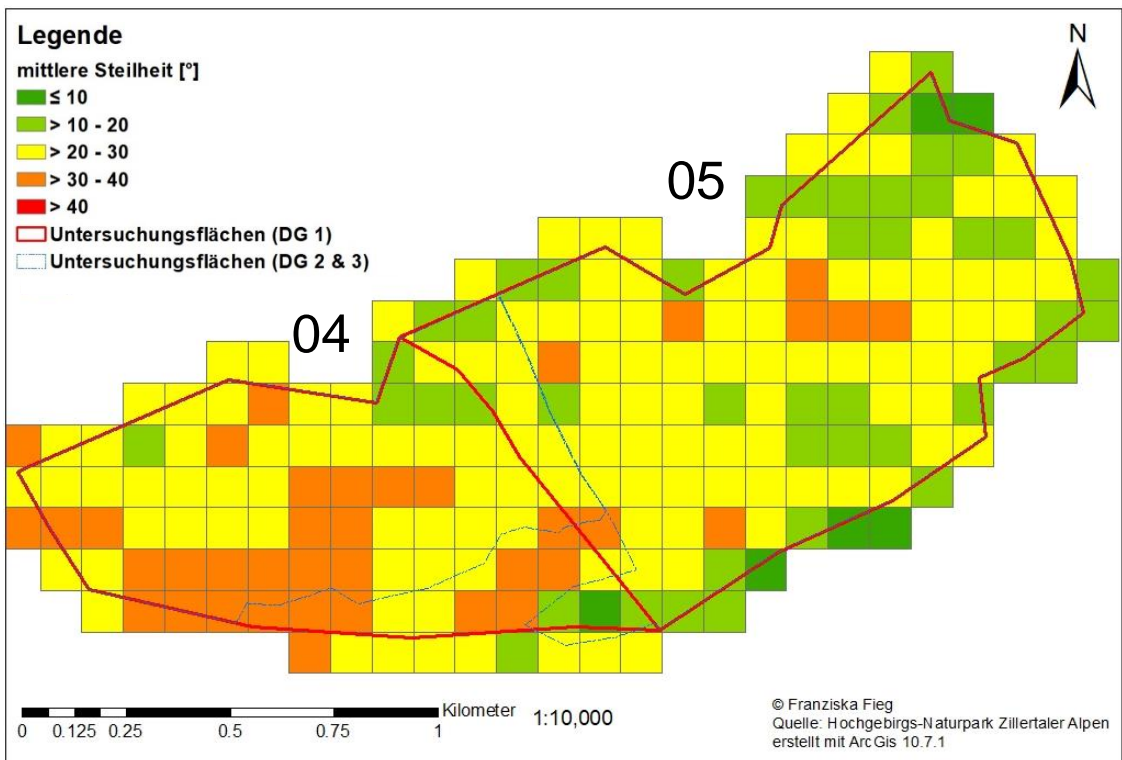


Abbildung 68: Mittlere Steilheit [°] je Rasterzelle in den Gebieten 04 und 05.

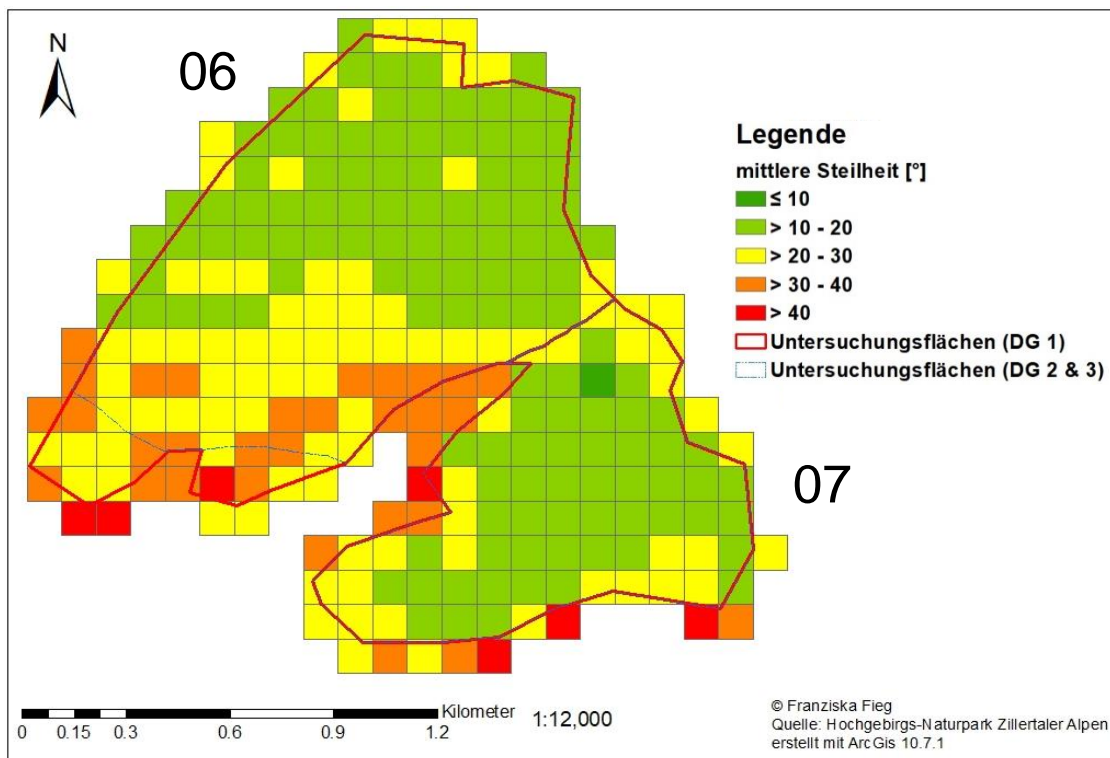


Abbildung 69: Mittlere Steilheit [°] je Rasterzelle in den Gebieten 06 und 07.

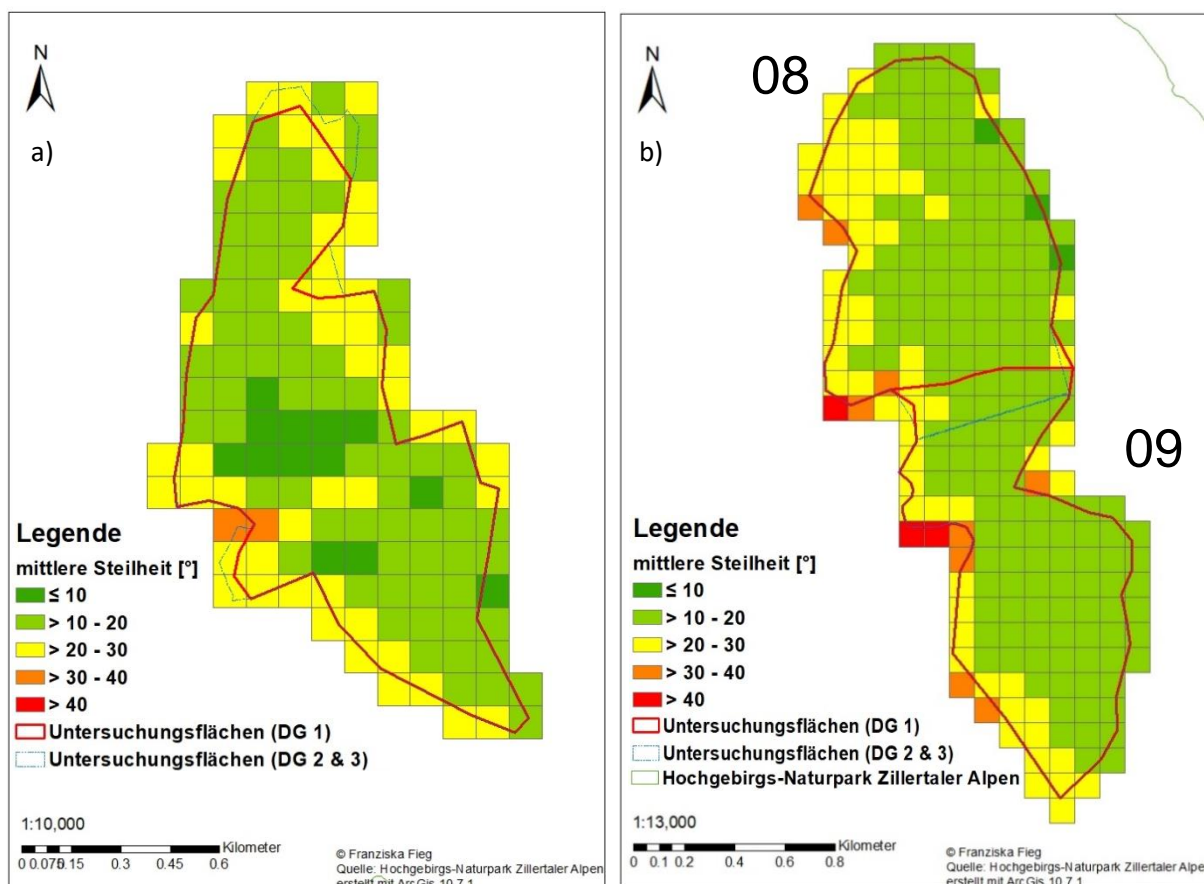


Abbildung 70 a) und b): Mittlere Steilheit [°] je Rasterzelle in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.

Landnutzung

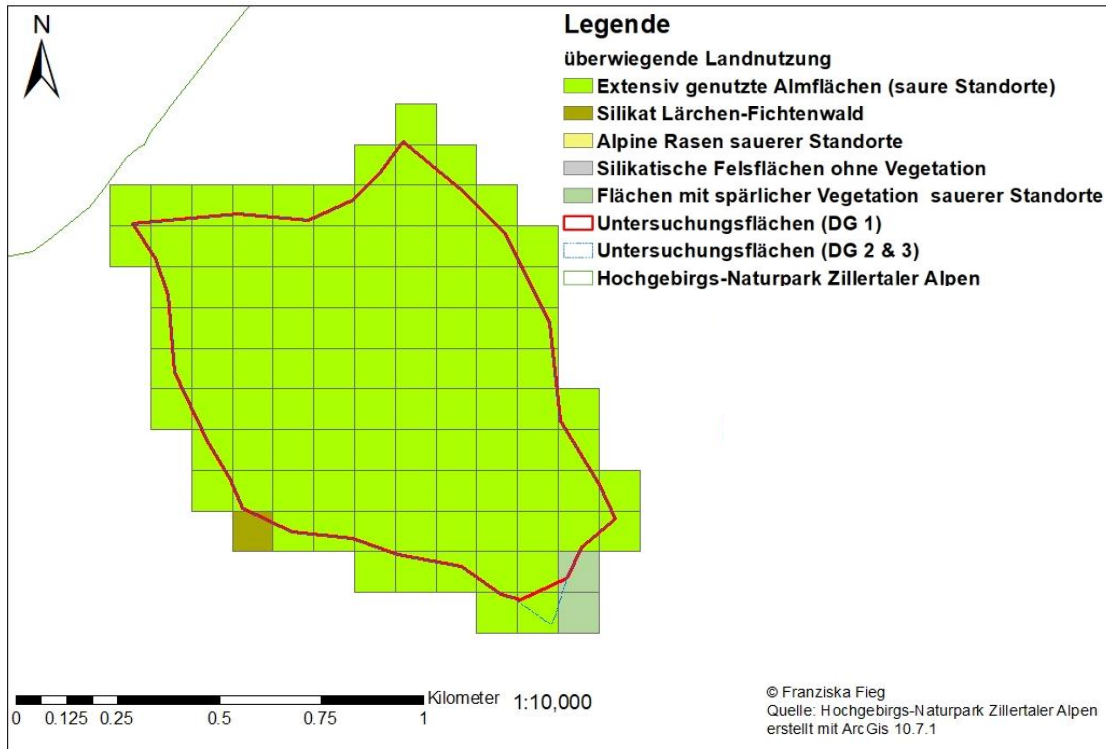


Abbildung 71: Überwiegende Landnutzung je Rasterzelle in Gebiet 01.

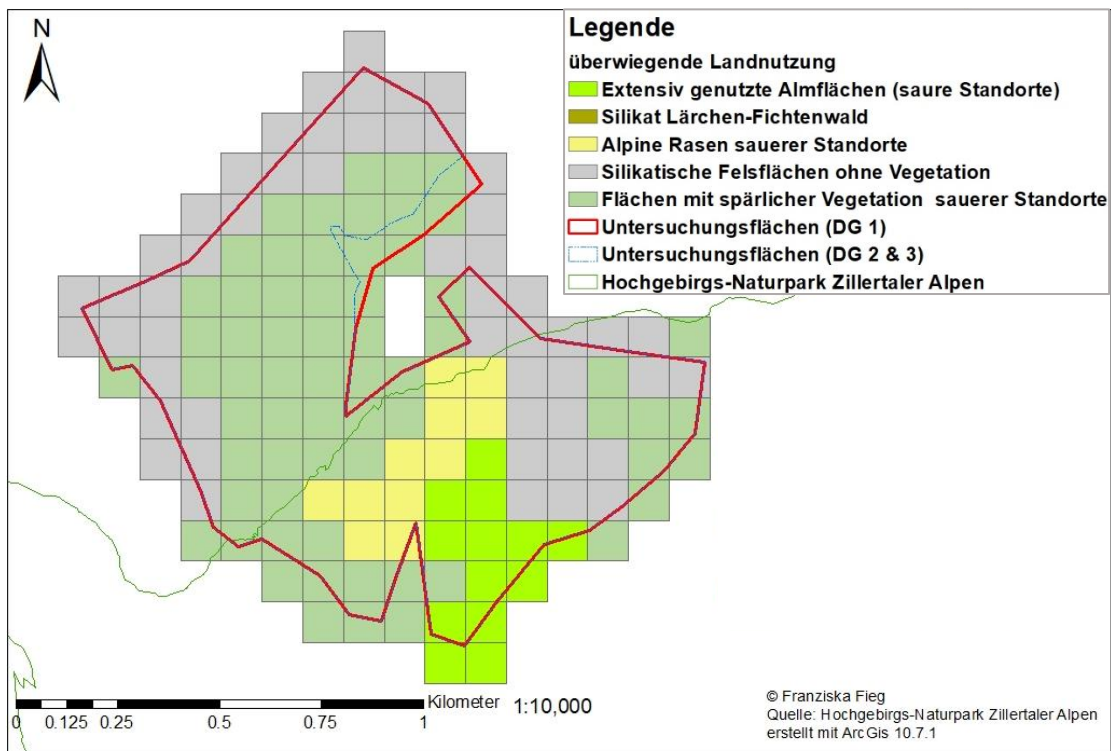


Abbildung 72: Überwiegende Landnutzung je Rasterzelle in Gebiet 02.

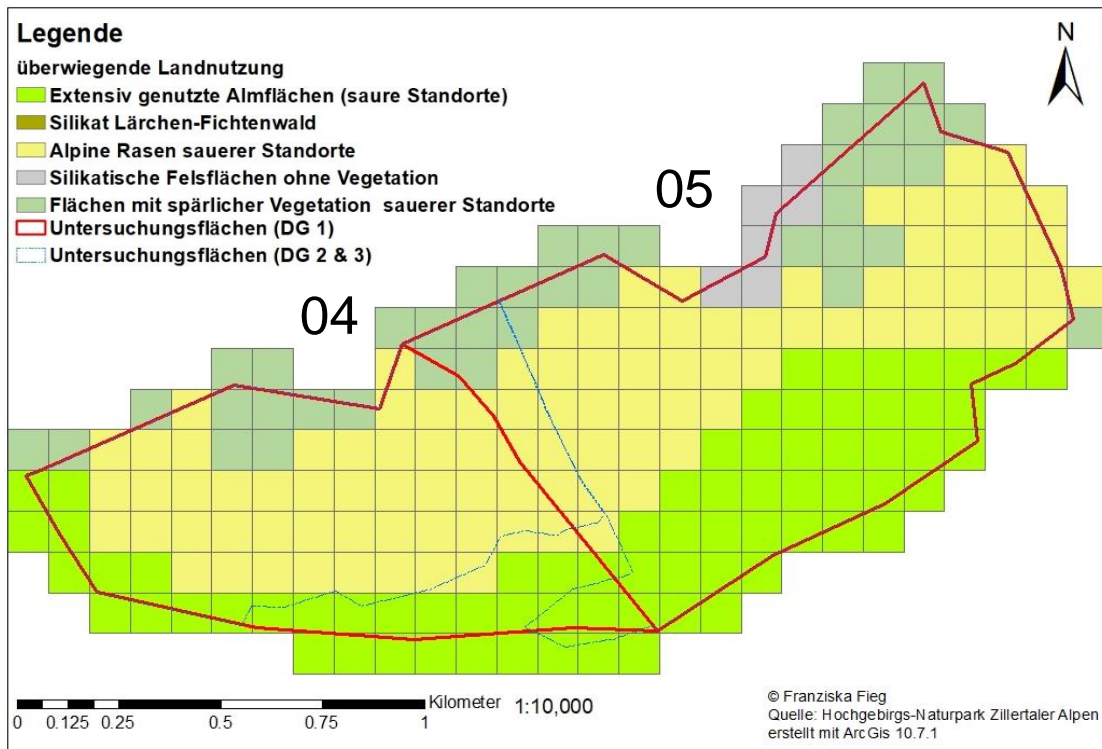


Abbildung 73: Überwiegende Landnutzung je Rasterzelle in den Gebieten 04 und 05.

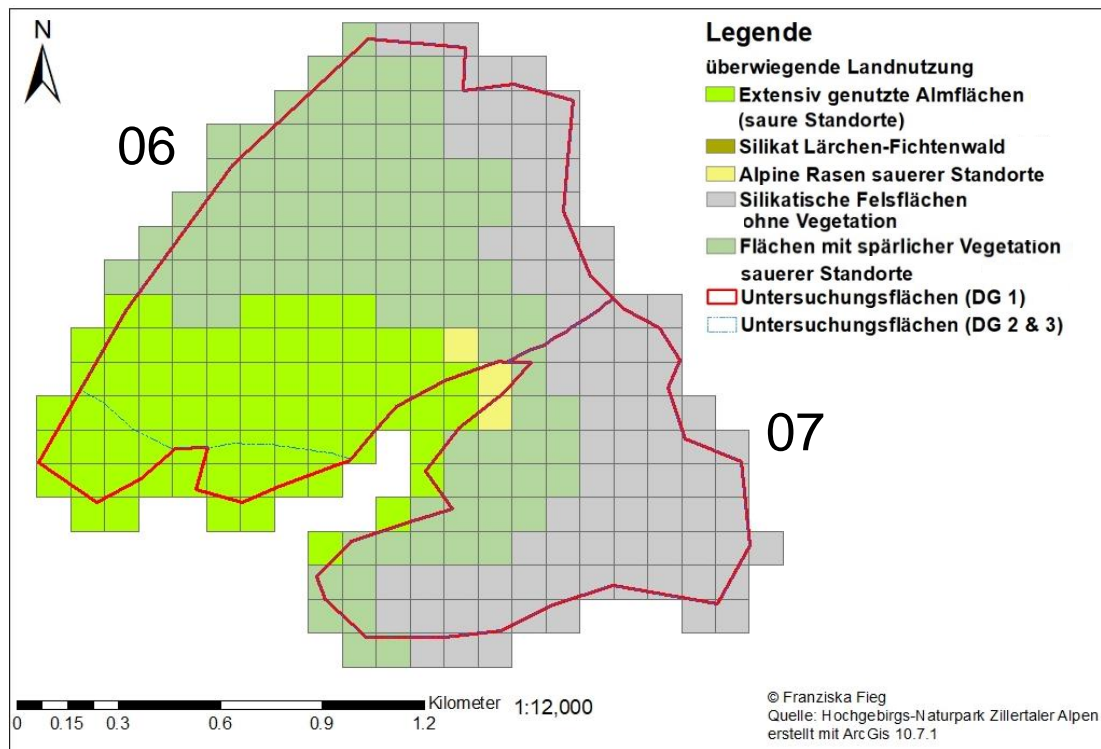


Abbildung 74: Überwiegende Landnutzung je Rasterzelle in den Gebieten 06 und 07.

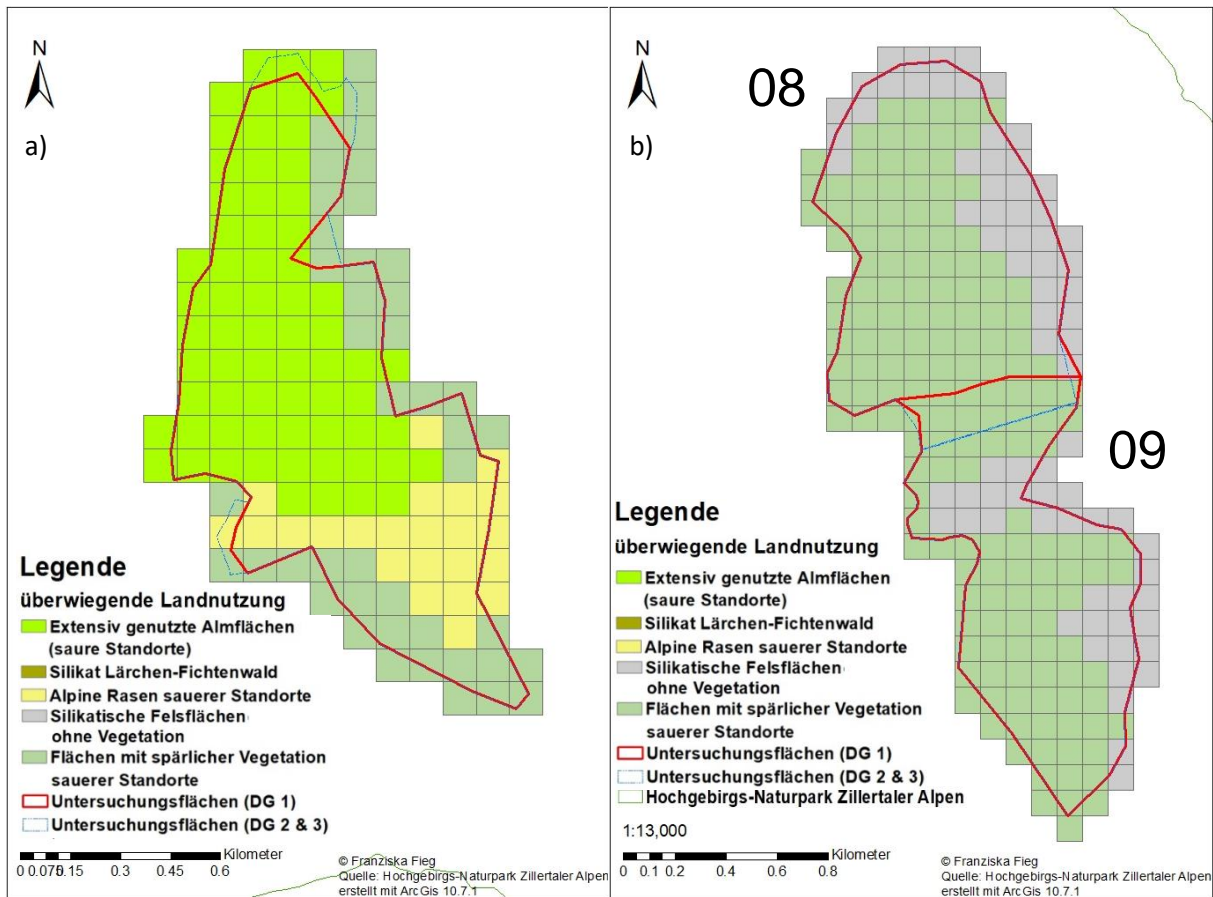


Abbildung 75 a) und b): Überwiegende Landnutzung je Rasterzelle in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.

Schneebedeckung [%]

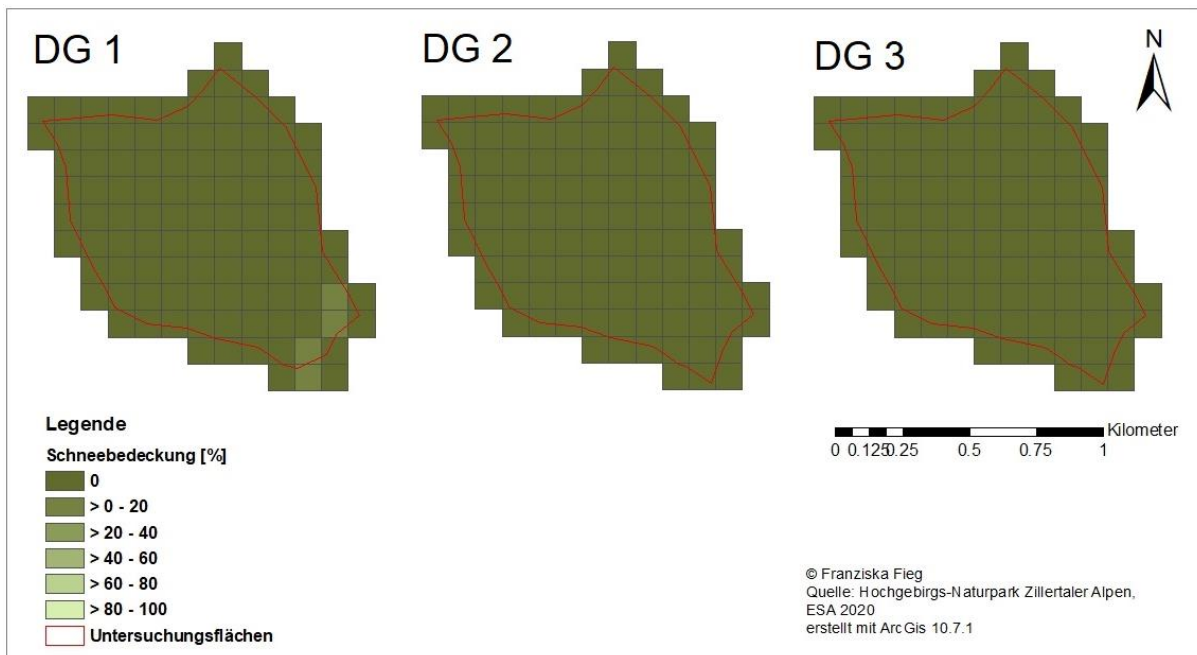


Abbildung 76: Schneebedeckung [%] im Gebiet 01 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).

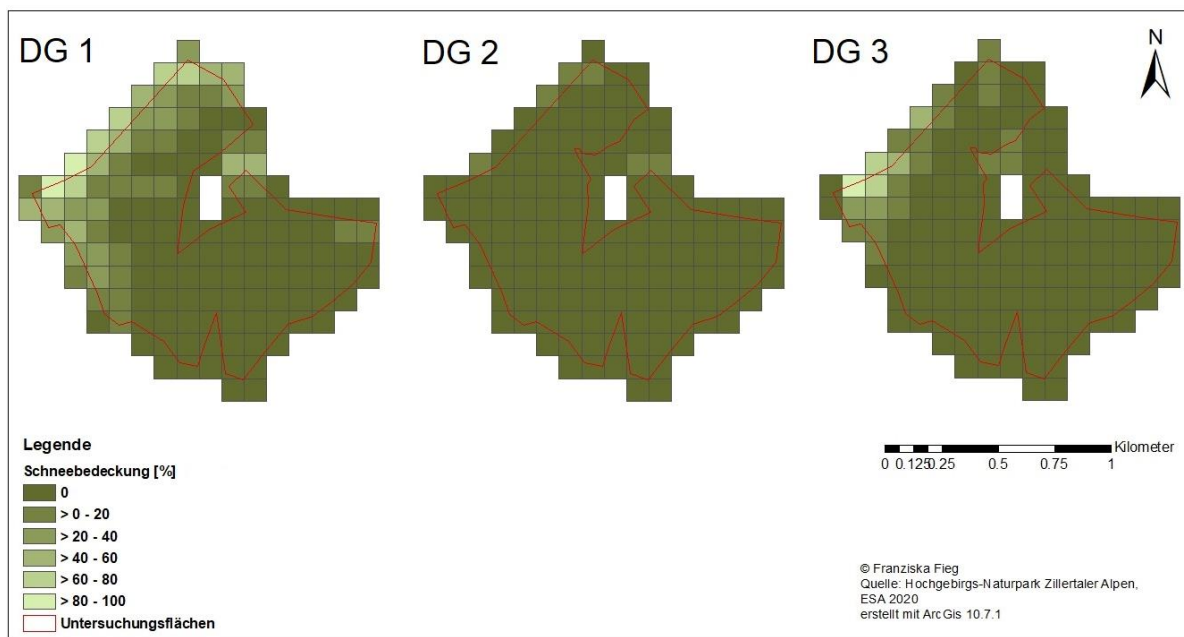


Abbildung 77: Schneebedeckung [%] im Gebiet 02 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).

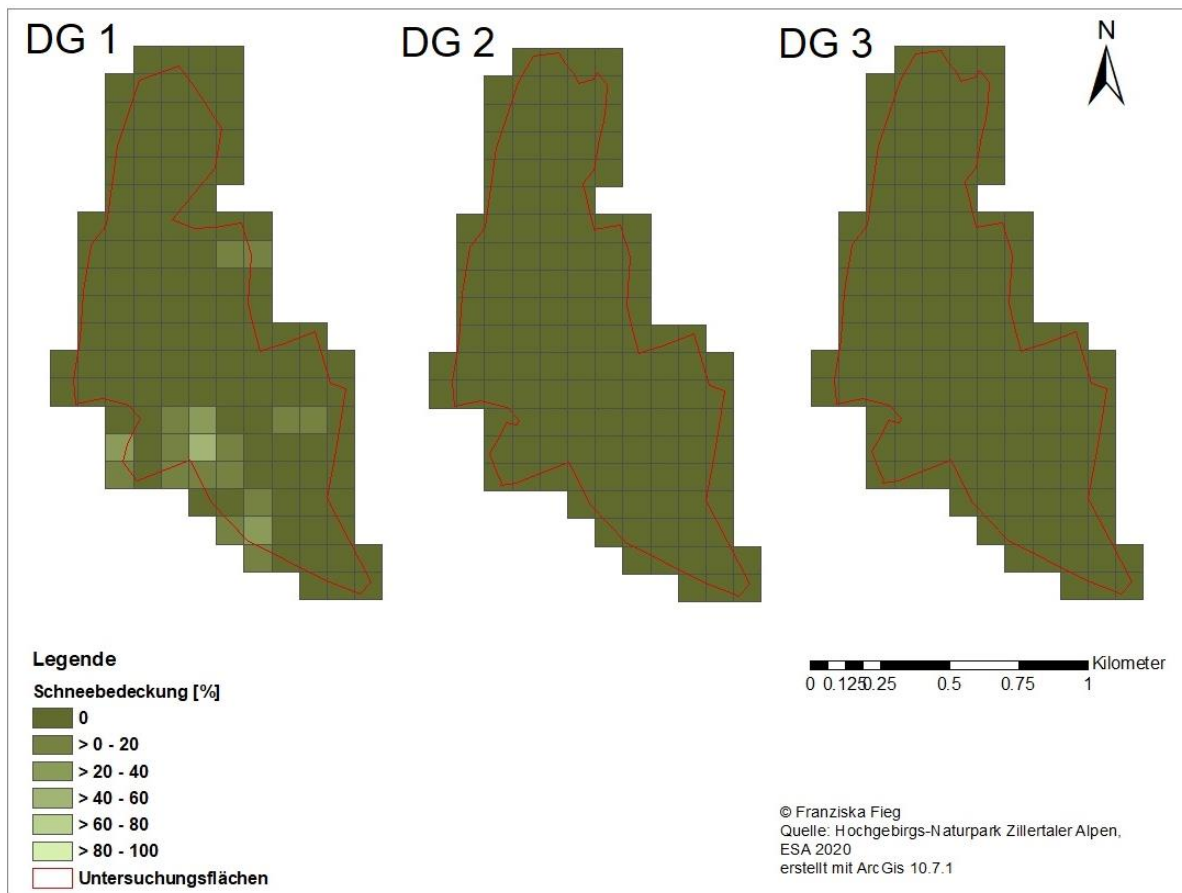


Abbildung 78: Schneebedeckung [%] im Gebiet 03 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).

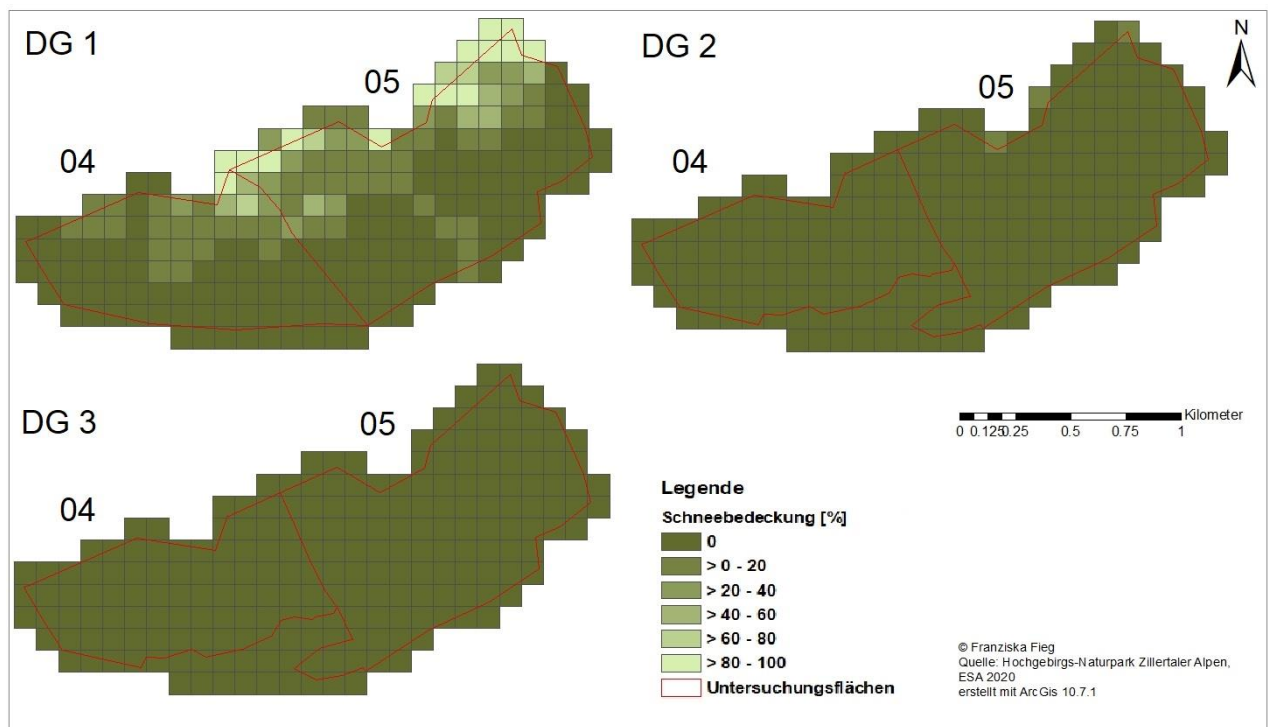


Abbildung 79: Schneebedeckung [%] in den Gebieten 04 und 05 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).

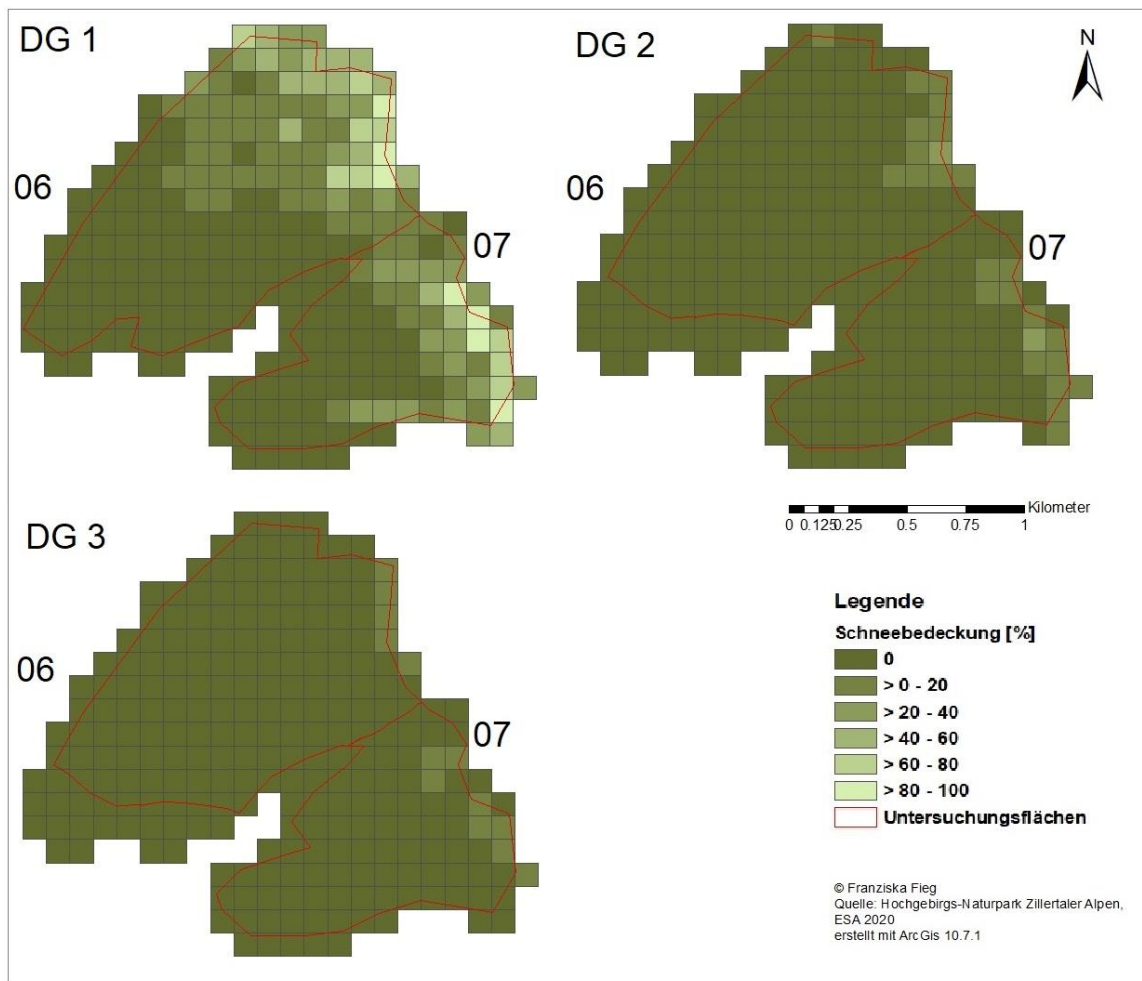


Abbildung 80: Schneebedeckung [%] in den Gebieten 06 und 07 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).

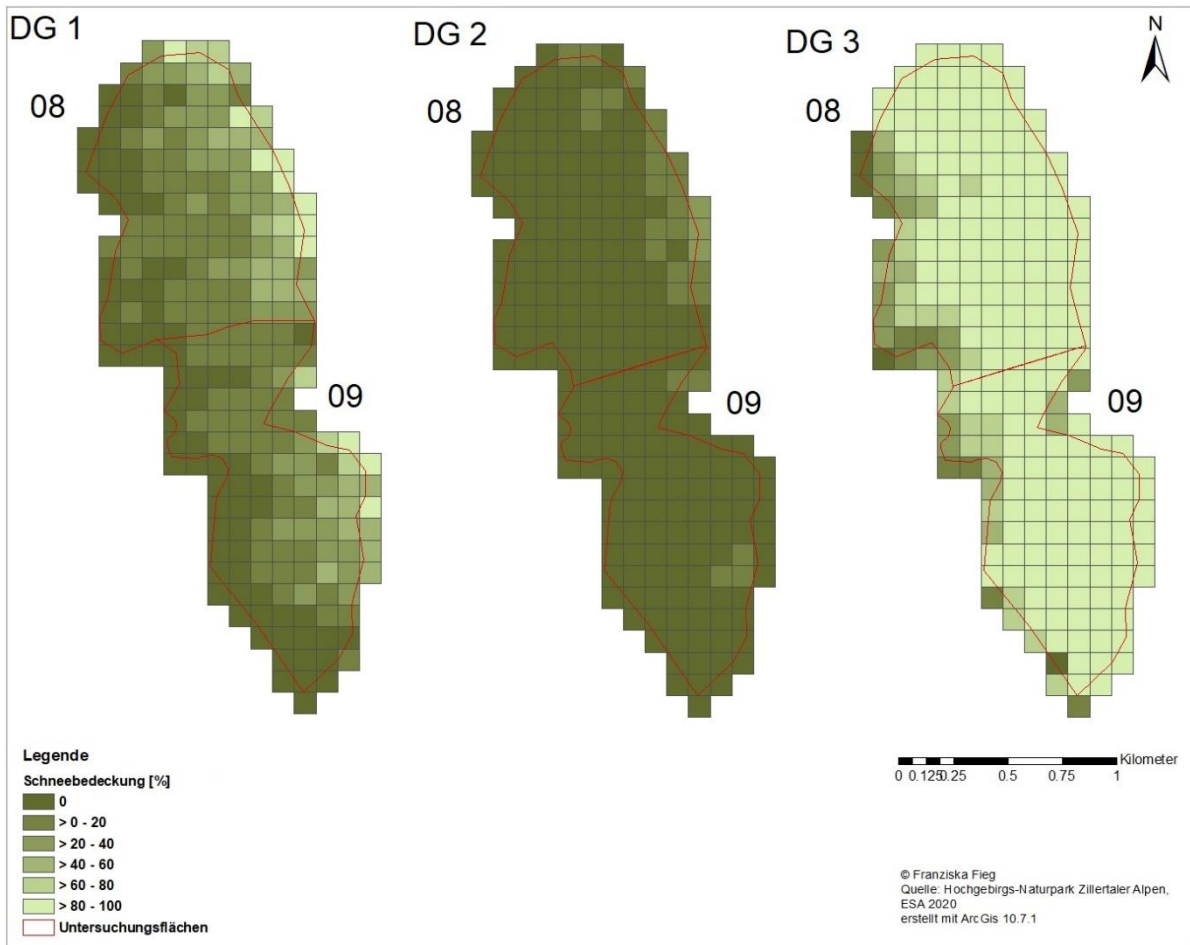


Abbildung 81: Schneebedeckung [%] in den Gebieten 08 und 09 in den drei Kartierungsdurchgängen (DG 1 - 3).

10.3. Nachweise pro 100 m begangene Route über alle Durchgänge

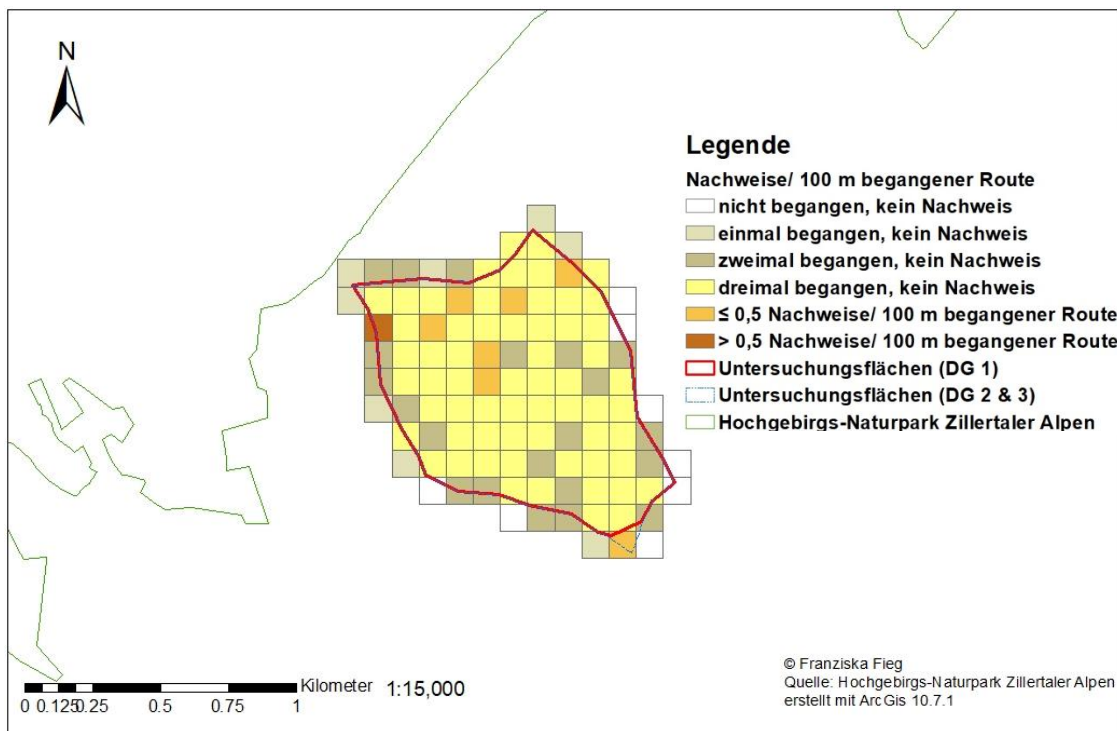


Abbildung 82: Nachweise pro 100 m begangener Route je Rasterzelle über alle Durchgänge in Gebiet 01.

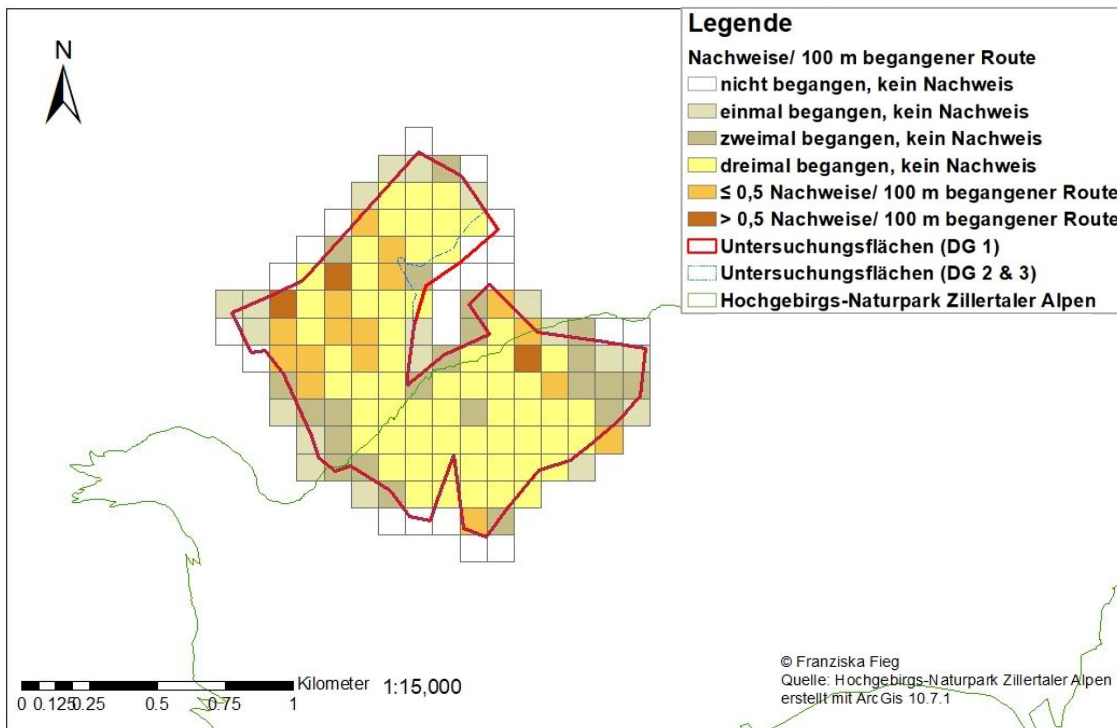


Abbildung 83: Nachweise pro 100 m begangener Route je Rasterzelle über alle Durchgänge in Gebiet 02.

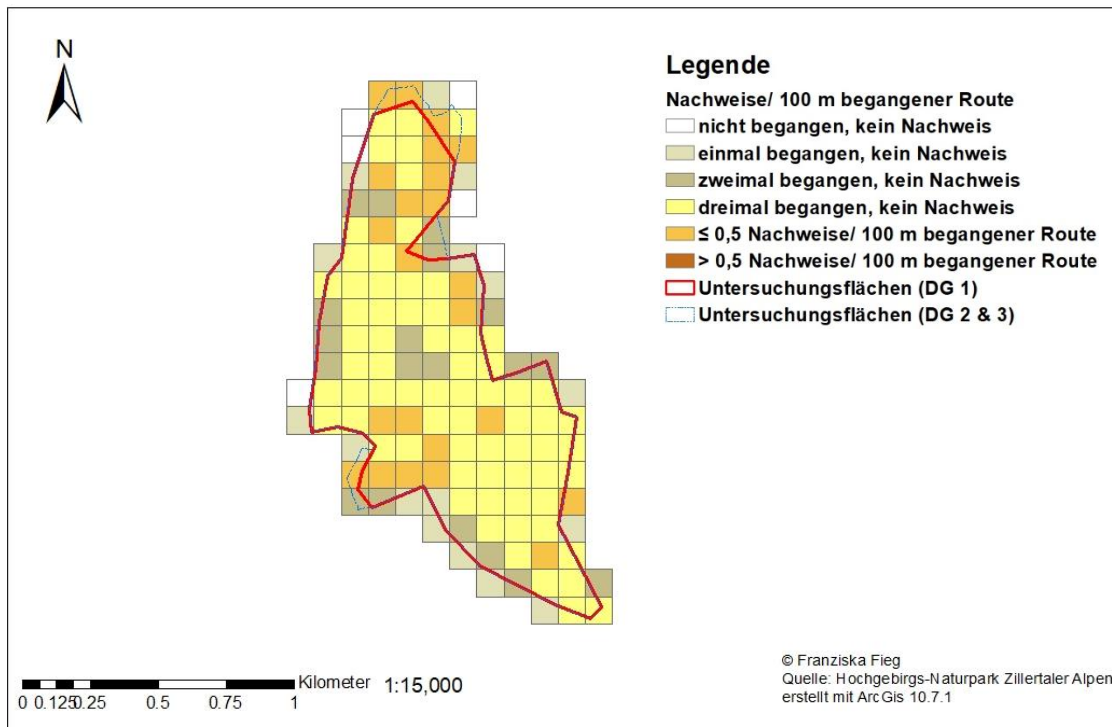


Abbildung 84: Nachweise pro 100 m begangener Route je Rasterzelle über alle Durchgänge in Gebiet 03.

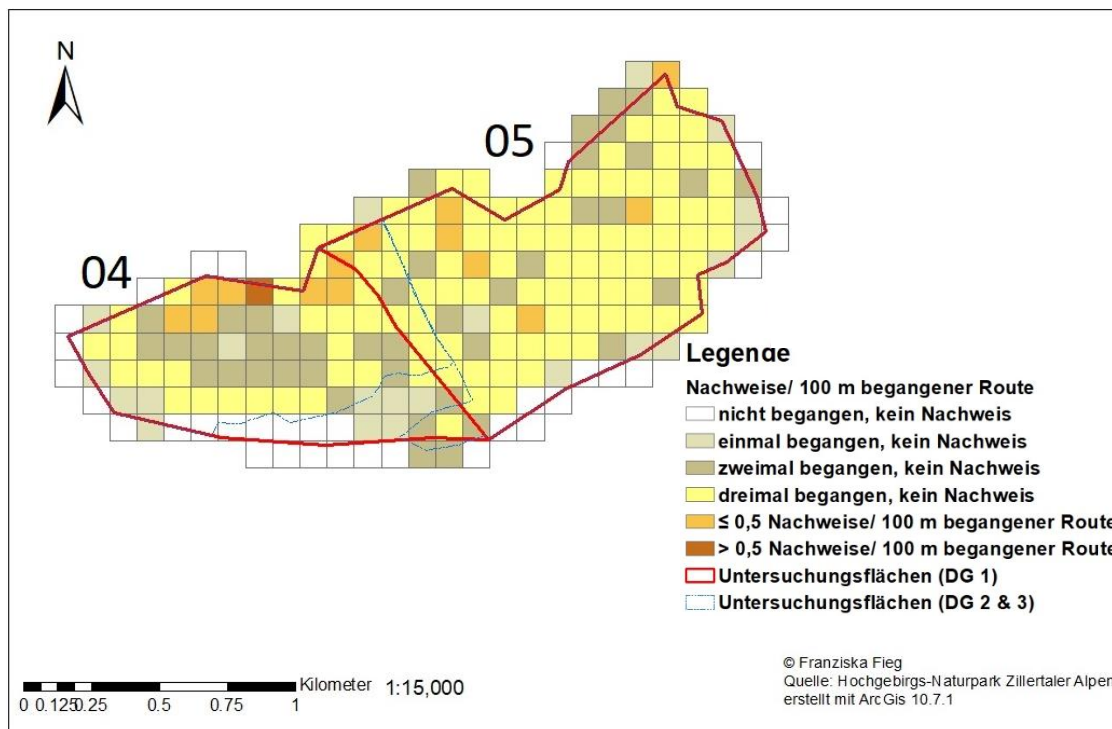


Abbildung 85: Nachweise pro 100 m begangener Route je Rasterzelle über alle Durchgänge in den Gebieten 04 und 05.

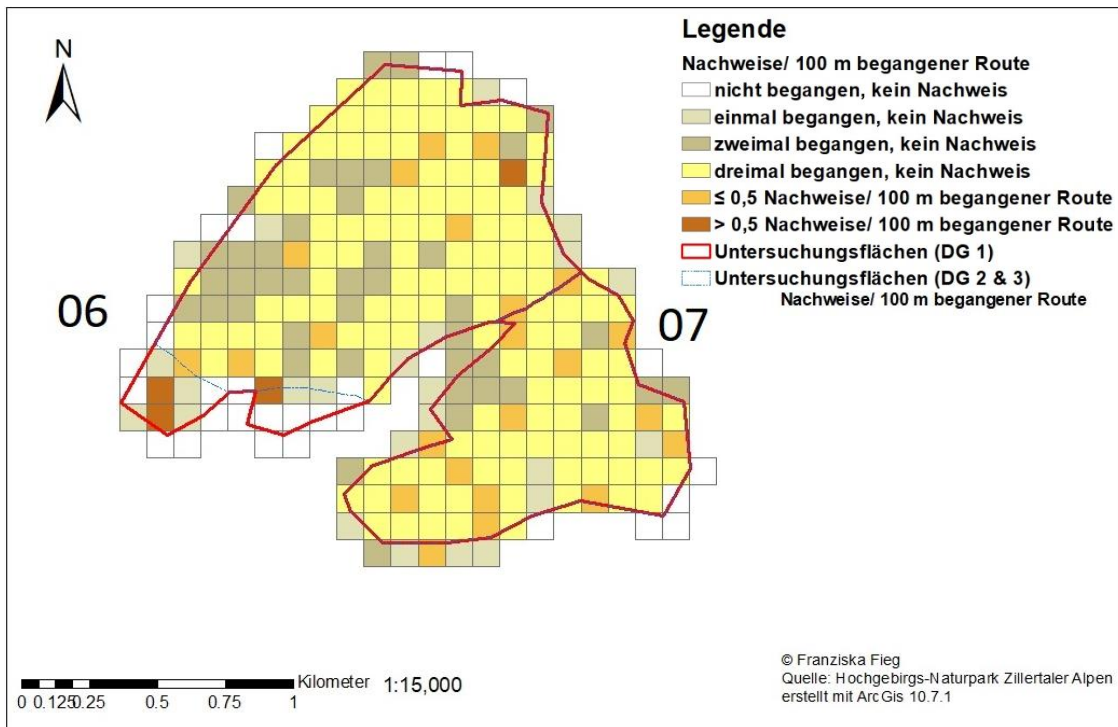


Abbildung 86: Nachweise pro 100 m begangener Route je Rasterzelle über alle Durchgänge in den Gebieten 06 und 07.

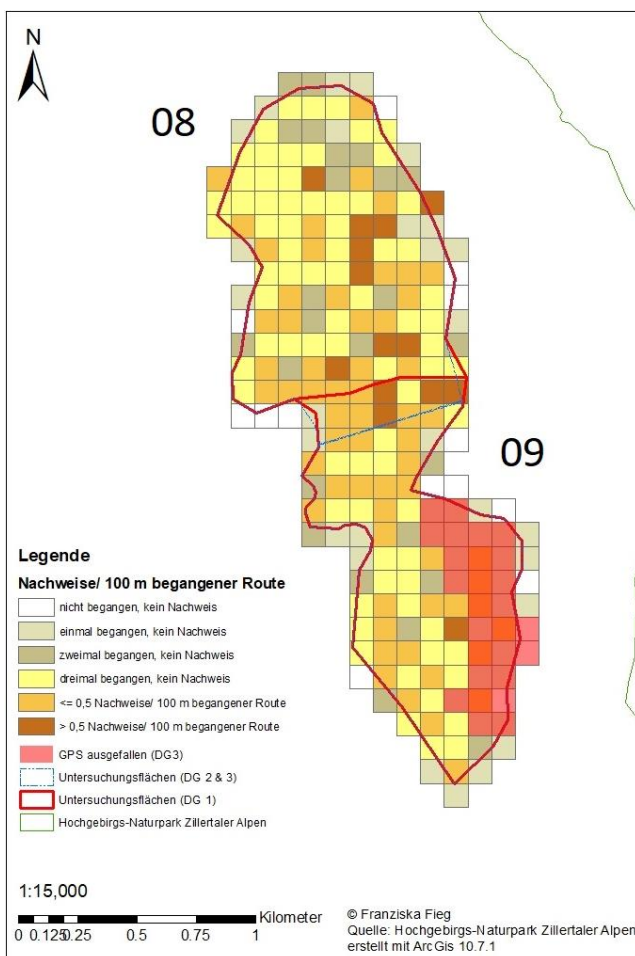


Abbildung 87: Nachweise pro 100 m begangener Route je Rasterzelle über alle Durchgänge in den Gebieten 08 und 09.

10.4. Singende Hähne am Morgen

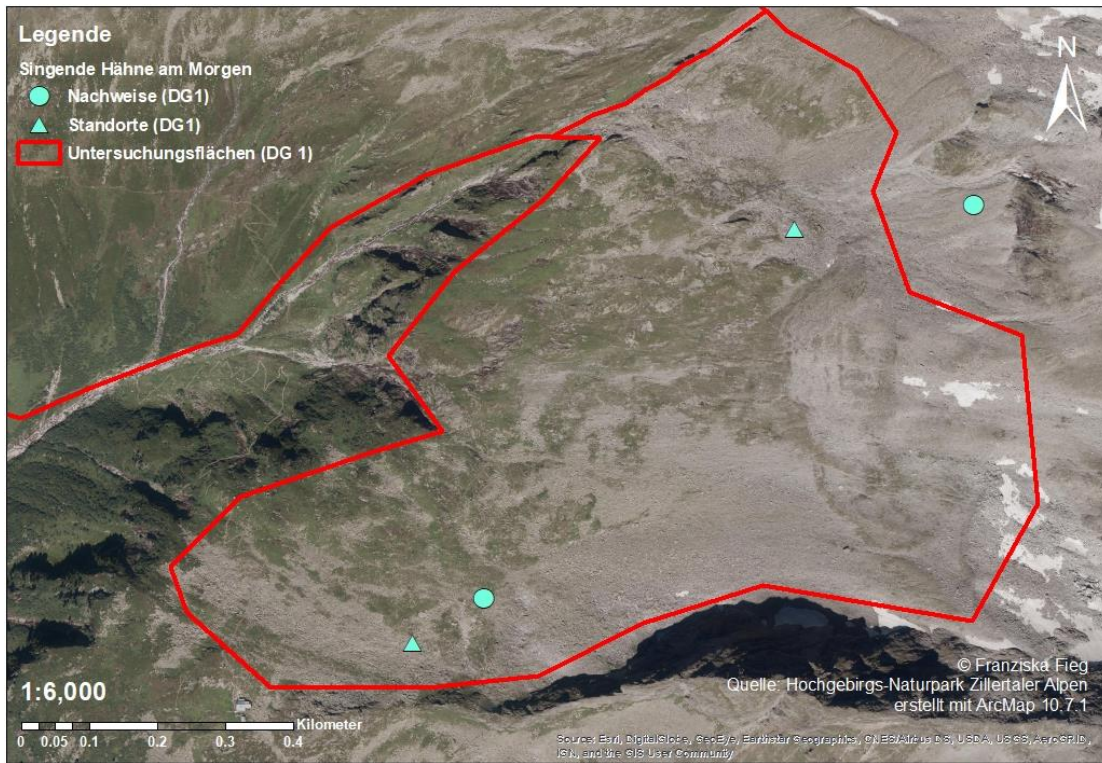


Abbildung 88: Nachweise durch singende Hähne in Gebiet 07.

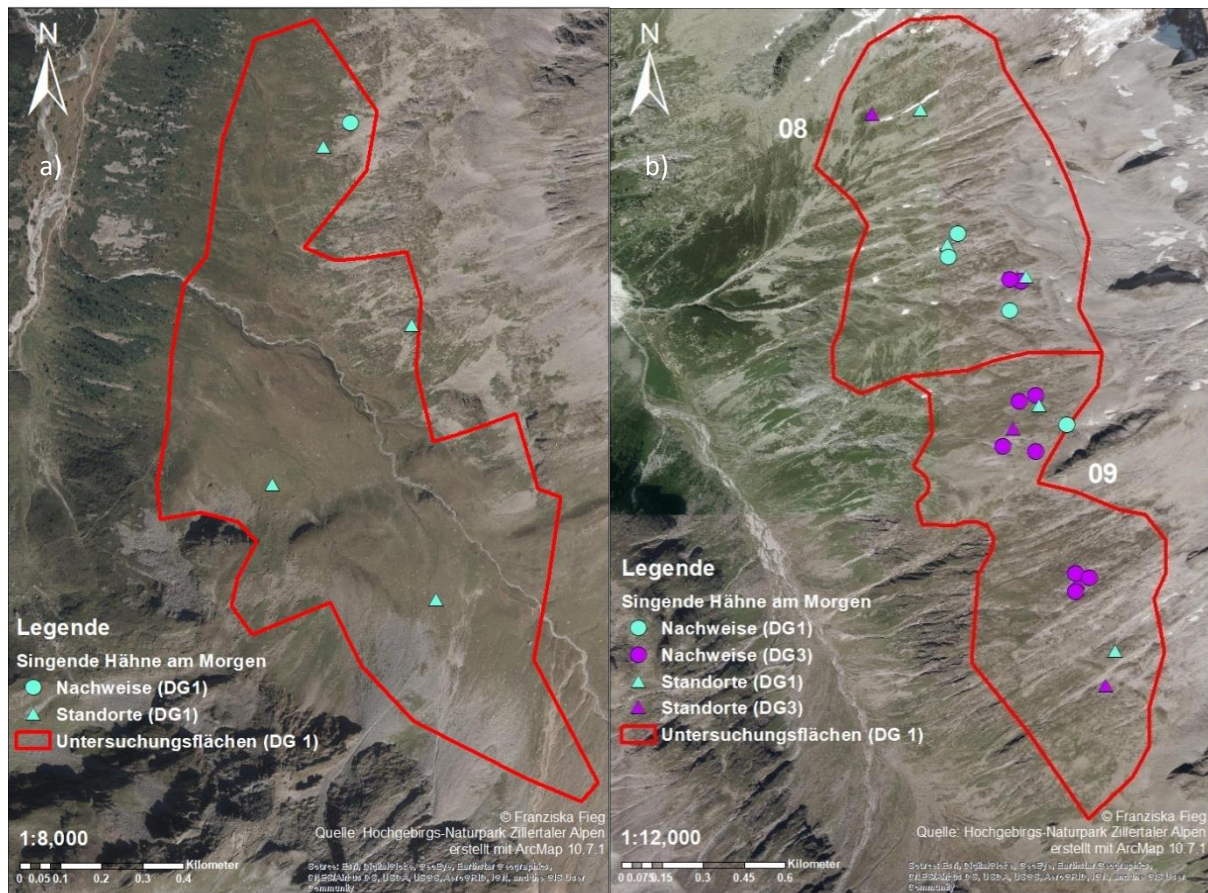


Abbildung 89 a) und b): Nachweise durch singende Hähne in den Gebieten a) 03, b) 08 und 09.

10.5. Daten der Kartierungen

Tabelle 30: Nachweispunkte der Kartierungen im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen. Mehrfache Nachweise von demselben Individuum wurden zu einem Nachweis zusammengefasst, außer wenn sie an unterschiedlichen Fundorten innerhalb 50 m nachgewiesen wurden (a, b, ...). Felsen: bei/ unter/ auf Felsen; BL: Blinddarmlosung. n = 236 Nachweise.

IDNr	Datum	Gebiet	GPS	Art	Geschlecht	Nachweisart	Anzahl Losung/ Zustand Feder	Genetik	Nachweisort	Nachweisort Spezifikation	Lebensraum- typ	Relief
FF001	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
FF003	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Plateau
FF004	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Blockflur	Mittelhang
FF005	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF006	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
FF007	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
FF008	05.07.19	3	punktgenau	Steinhuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
FF009	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
FF010	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Terrasse/ Hangverebnung
RL001	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Blockflur	Unterhang
RL003	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Alpine Rasen	Talboden/ Graben
RL005	05.07.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz	auf Stein	Blockflur	Terrasse/ Hangverebnung
FF011	06.07.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	alt	ja	Boden		Alpine Rasen	Plateau
FF012	06.07.19	1	punktgenau	unklar	unklar	Feder	alt	ja	Boden		Alpine Rasen	Plateau
FF013	06.07.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Schuttflur	Mittelhang
FF015	06.07.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Mittelhang
FF016	06.07.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Mittelhang

FF017	06.07.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Unterhang
JR001	10.07.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Mittelhang
JR002	10.07.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Mittelhang
JR003	10.07.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
JR004	10.07.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Mittelhang
FF018	10.07.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
FF021	11.07.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Unterhang
FF019	11.07.19	5	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Talboden/ Graben
FF020	11.07.19	5	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	frisch	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
FF022	11.07.19	5	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Kuppe
FF023	11.07.19	5	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Oberhang
JR005	11.07.19	5	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
JR006	11.07.19	5	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
MR001	15.07.19	6	punktgenau	unklar	unklar	Feder	alt	ja	Felsen		Blockflur	Terrasse/ Hangverebnung
MR002	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Alpine Rasen	Mittelhang
MR003	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
MR004	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
MR005	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	bei Strauch		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
MR006	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	frisch	ja	bei Strauch		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
MR007	15.07.19	6	entfernt	Schneehuhn	unklar	Gesang		nein	Felsen		Blockflur	Mittelhang
FF024	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Mittelhang
FF025	15.07.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Blockflur	Mittelhang
FF026	15.07.19	6	punktgenau	unklar	unklar	Feder	frisch	ja	bei Strauch		Zwergstrauchheide	Mittelhang
MR008	16.07.19	7	punktgenau	unklar	unklar	Eier- schale		nein	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR009	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Blockflur	Mittelhang
MR010	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat

MR011	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Rücken/Grat
MR012	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Alpine Rasen	Rücken/Grat
MR013	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR014	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Rücken/Grat
FF027	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF028a	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF028b	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	alt	ja	Felsen		Rasenfragmente	Oberhang
FF029a	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF029b c	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz	auf Stein	Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF030	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
FF031	16.07.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Blockflur	Unterhang
MR015	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Kuppe
MR016	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR017	17.07.19	2	entfernt	Schneehuhn	weiblich	Sichtung		nein	Felsen		Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
MR018	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
MR019	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF032	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	1 m unter Latschen	Zwergstrauchheide	Mittelhang
FF033	17.07.19	2	entfernt	Schneehuhn	unklar	Gesang		nein	Boden		Schuttflur	Mittelhang
FF034	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
FF035	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz	auf Felsen	Blockflur	Kuppe
FF036	17.07.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz	auf Felsen	Blockflur	Talboden/ Graben
MR020	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR021	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR022	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden	Schnee	Blockflur	Talboden/

												Graben
MR023	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR024	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR025	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	Schnee	Blockflur	Mittelhang
MR026	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder	mehr/ alt	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Rasenfragmente	Mittelhang
MR027	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Rücken/Grat
MR028	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF037	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	nein	Boden		Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF038	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
FF039	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF040	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	frisch	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
FF041	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF042	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Boden		Rasenfragmente	Talboden/ Graben
FF043	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Mittelhang
FF044	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	nein	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF045	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF046	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden		Rasenfragmente	Mittelhang
FF047	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF048	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Schuttflur	Talboden/ Graben
FF049	22.07.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Talboden/ Graben
MR030	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Rücken/Grat
MR031	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR032	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen	Wander- weg	Blockflur	Mittelhang
MR033	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Rücken/Grat

MR034	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR035	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	nein	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR036 a	23.07.19	8	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Schuttflur	Unterhang
MR036 bc	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder	mehr/ frisch	ja	Felsen		Schuttflur	Unterhang
MR037	23.07.19	8	punktgenau	unklar	unklar	Sichtung		nein	Felsen		Schuttflur	Mittelhang
FF050	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Blockflur	Talboden/ Graben
FF051	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden		Alpine Rasen	Kuppe
FF052	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Felsen		Zwergstrauchheide	Mittelhang
FF053	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	nein	Felsen		Alpine Rasen	Oberhang
FF054	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Blockflur	Talboden/ Graben
FF055	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	Schnee	Schuttflur	Mittelhang
FF056	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Terrasse/ Hangverebnung
FF057	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Talboden/ Graben
FF058	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden		Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF059	23.07.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Kuppe
MR040	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	bei Strauch		Alpine Rasen	Mittelhang
MR041	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
MR042	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	frisch	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
MR043	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	weiblich	Sichtung		nein	Boden		Alpine Rasen	Talboden/ Graben
MR044	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR045	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
FF060	05.08.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Unterhang
FF061	08.08.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Mittelhang

FF062	08.08.19	1	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Zwergstrauchheide	Unterhang
FF064	18.08.19	4	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
MR047	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR048	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	Jungtier	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR048	22.08.19	9	punktgenau	unklar	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR049	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR050	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
MR051	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
MR052	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden		Rasenfragmente	Mittelhang
MR053	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Felsen		Alpine Rasen	Oberhang
MR054	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR055	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
MR056	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Alpine Rasen	Mittelhang
MR057	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
MR058	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
MR059	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
MR060	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
MR061	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Zwergstrauchheide	Mittelhang
MR062	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
MR063	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Mittelhang
MR064	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Felsen		Alpine Rasen	Rücken/Grat
MR065	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
MR066	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR067	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Alpine Rasen	Terrasse/ Hangverebnung
MR068	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR069	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Unterhang
MR070	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe

MR071	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
MR072	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
FF065	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Blockflur	Talboden/ Graben
FF066	22.08.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF067a	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Rücken/Grat
FF067b	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden	Schnee	Schuttflur	Talboden/ Graben
FF068	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Talboden/ Graben
FF069	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Talboden/ Graben
FF070	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Boden		Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF071	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Oberhang
FF072	23.08.19	8	punktgenau	unklar	unklar	Feder	frisch	ja	Boden		Alpine Rasen	Unterhang
FF073	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Kuppe
FF074	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz	bei/ unter/ auf Felsen	Rasenfragmente	Mittelhang
FF075	23.08.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Mittelhang
FF076	23.08.19	8	punktgenau	unklar	unklar	Feder	frisch	ja	Boden		Rasenfragmente	Mittelhang
MR073	24.08.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Blockflur	Unterhang
FF077	24.08.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder	mehr/ frisch	ja	Boden		Rasenfragmente	Kuppe
FF078	24.08.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Kuppe
FF079	24.08.19	2	entfernt	Schneehuhn	männlich	Sichtung		nein	Felsen		Schuttflur	Talboden/ Graben
FF080	24.08.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF081	27.08.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Blockflur	Terrasse/ Hangverebnung

FF082	28.08.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF083	28.08.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
MR080	28.08.19	7	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR081	28.08.19	7	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Mittelhang
MR082	28.08.19	7	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Mittelhang
FF090	22.09.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Schuttflur	Terrasse/ Hangverebnung
FF091	22.09.19	6	entfernt	Birkhuhn	männlich	Sichtung		nein	Boden		Zwergstrauchheide	Kuppe
FF092	22.09.19	6	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	frisch	ja	Huderstelle		Zwergstrauchheide	Mittelhang
FF093	24.09.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Zwergstrauchheide	Unterhang
FF094	24.09.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Kuppe
FM001	24.09.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Blockflur	Mittelhang
FM002	24.09.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Windheide	Rücken/Grat
FM003	24.09.19	3	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Windheide	Kuppe
FF095	27.09.19	4	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF096	27.09.19	4	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF097	27.09.19	5	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Schuttflur	Plateau
FF098	29.09.19	1	entfernt	unklar	unklar	Sichtung		nein	Boden		Zwergstrauchheide	Mittelhang
FF101a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF101b	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	männlich	Sichtung		nein	Boden		Rasenfragmente	Kuppe
FF102	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Mittelhang
FF103	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Blockflur	Kuppe
FF104	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Blockflur	Kuppe
FF105a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Kuppe
FF105b	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF106	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Mittelhang
FF107a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Rücken/Grat

FF107b	11.10.19	8	entfernt	Schneehuhn	unklar	BL, Spur		ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Rücken/Grat
FF108a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Kuppe
FF108b	11.10.19	8	entfernt	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF109a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Kuppe
FF109b	11.10.19	8	entfernt	Schneehuhn	unklar	Losung, Spur	1-5	ja	Boden	Schnee	Schuttflur	Talboden/ Graben
FF110	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF111a	11.10.19	8	entfernt	Schneehuhn	unklar	Sichtung		nein	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF111b	11.10.19	8	entfernt	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Kuppe
FF111c	11.10.19	8	entfernt	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF112	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Terrasse/ Hangverebnung
FF113	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee		Kuppe
FF114	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Kuppe
FF115	11.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder, Spur	mehr/ frisch	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz		Blockflur	Mittelhang
FF116	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Rasenfragmente	Mittelhang
MR100	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR101 a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR101 bc	11.10.19	8	punktgenau	unklar	unklar	Feder	alt	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
MR102	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder	mehr/ frisch	ja	Boden		Alpine Rasen	Rücken/Grat
MR103	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder, Sichtung	1-5/ frisch	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
MR104 a	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Sichtung		nein	andere	im Flug	Zwergstrauchheide	Mittelhang
MR104 b	11.10.19	8	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Feder	frisch	ja	Felsen		Zwergstrauchheide	Mittelhang

FF117	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Mittelhang
FF118	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF119	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Kuppe
FF120	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF121	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Kuppe
FF122	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Felsen		Rasenfragmente	Rücken/Grat
FF123	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FF124	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Blockflur	Mittelhang
FF125	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Blockflur	Kuppe
FF126	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Rücken/Grat
FF127	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Blockflur	Mittelhang
FF128	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Blockflur	Talboden/ Graben
FF129	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Blockflur	Talboden/ Graben
FF130	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Spur		nein	Boden	Schnee	Rasenfragmente	Mittelhang
MR105	12.10.19	9	entfernt	Schneehuhn	unklar	Sichtung, Gesang		nein	Felsen		Blockflur	Mittelhang
MR106	12.10.19	9	punktgenau	unklar	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
MR107 a	12.10.19	9	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
MR107 b	12.10.19	9	entfernt	Schneehuhn	unklar	Sichtung		nein	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang
MR108	12.10.19	9	entfernt	Schneehuhn	unklar	Losung	6-12	ja	Felsen		Rasenfragmente	Mittelhang
FM005	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Alpine Rasen	Kuppe
FM006	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Schneetälchen	Terrasse/ Hangverebnung
FM007	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	mehr	ja	Schneehöhle/ Schlafplatz	unter Felsen	Schneetälchen	Terrasse/ Hangverebnung
FM008	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Schneetälchen	Kuppe
FM009	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Boden		Alpine Rasen	Mittelhang

FM010	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung, Feder	1-5/ frisch	ja	Boden		Schneetälchen	Terrasse/ Hangverebnung
FM011	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Felsen		Alpine Rasen	Mittelhang
FM012	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	nein	Boden		Alpine Rasen	Kuppe
FM013	17.10.19	2	punktgenau	Schneehuhn	unklar	Losung	1-5	ja	Boden		Blockflur	Terrasse/ Hangverebnung

Tabelle 31: Daten der Kartierung im Hochgebirgs-Naturpark Zillertaler Alpen 2019 mit den beteiligten Kartierer/-innen. DG: Durchgang.

DG	Datum	Gebiet	Kartierer/-innen		
1	05.07.2019	3	Franziska Fieg	Reinhard Lentner	Frederick Manck
1	06.07.2019	1	Franziska Fieg	Johanna Strasser	Josef Nitz
1	10.07.2019	4	Franziska Fieg	Johannes Ruedl	
1	11.07.2019	5	Franziska Fieg	Johannes Ruedl	
1	15.07.2019	6	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
1	16.07.2019	7	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
1	17.07.2019	2	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
1	22.07.2019	9	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
1	23.07.2019	8	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	05.08.2019	3	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	08.08.2019	1	Franziska Fieg	Johanna Strasser	
2	18.08.2019	4	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	18.08.2019	5	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	22.08.2019	9	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	23.07.2019	8	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	24.08.2019	2	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	27.08.2019	6	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
2	28.08.2019	7	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
3	22.09.2019	6	Franziska Fieg	Josef Nitz	
3	22.09.2019	7	Tobias Fieg	Christina Stotter	
3	24.09.2019	3	Franziska Fieg	Frederick Manck	
3	27.06.2019	4	Franziska Fieg	Johanna Strasser	
3	27.06.2019	5	Franziska Fieg	Johanna Strasser	
3	29.09.2019	1	Franziska Fieg	Johanna Strasser	
3	11.10.2019	8	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
3	12.10.2019	9	Franziska Fieg	Mathias Raggl	
3	17.10.2019	2	Frederick Manck		

10.6. Ivlev – Index (Ivlev 1961)

Tabelle 32: Ivlev Electricity Indices (E) (Ivlev 1961) der von Schneehühnern genutzten Parameter (Exposition, Meereshöhe [m], Steilheit [°], Landnutzung, Schneebedeckung [%]). Werte $\leq -0,5$ (negative Selektion) und $\geq 0,5$ (positive Selektion) sind fett gedruckt dargestellt. 2315: extensiv genutzte Almflächen (saure Standorte), 3123: Silikat Lärchen-Fichtenwald, 2311: alpine Rasen saurer Standorte, 3321: silikatische Felsflächen ohne Vegetation, 3331: Flächen mit spärlicher Vegetation saurer Standorte, – – keine Daten: Schneebedeckungsklassen im Sommerdurchgang nicht vorhanden. Dunkelgrau hinterlegte Parameter haben aufgrund der fehlenden Begehung keine Aussage und wurden in den Ergebnissen vernachlässigt. n=1086 Rasterzellen.

Exposition	E (alle DG)	E (DG 1)	E (DG 2)	E (DG 3)
Flach	-1	-1	-1	-1
Nord	-0,17	-0,15	-0,39	-0,31
Nordost	-0,17	-0,04	-1	-0,21
Ost	-0,16	-0,14	-1	0,04
Südost	-0,11	-0,15	-0,21	0,04
Süd	-0,29	-0,18	-0,65	-0,40
Südwest	-0,04	-0,05	-0,03	0,06
West	0,30	0,25	0,44	0,28
Nordwest	-0,07	0	-0,06	-0,48
Meereshöhe [m]				
> 1800 - 1900	-1	-1	-1	-1
> 1900 - 2000	-0,30	-0,02	-1	-1
> 2000 - 2100	-0,42	-0,35	-1	-0,33
> 2100 - 2200	-0,27	-0,23	-0,29	-0,58
> 2200 - 2300	-0,18	-0,09	-0,34	-0,48
> 2300 - 2400	0,00	0,04	0,04	-0,13
> 2400 - 2500	0,13	0,10	0,06	0,31
> 2500 - 2600	0,28	0,22	0,38	0,22
> 2600 - 2700	-0,08	-0,34	0,13	0,45
Landnutzung				
2315	-0,30	-0,25	-0,40	-0,54
3123	-1	-1	-1	-1
3211	-0,27	-0,14	-1	-0,31
3321	0,07	0,05	0,19	-0,06
3331	0,18	0,15	0,21	0,28
mittlere Steilheit				
≤ 10	-0,18	0,1	-1	-0,32
> 10 - 20	0,13	0,1	0,17	0,2
> 20 - 30	-0,05	-0,03	-0,05	-0,23
> 30 - 40	-0,61	-0,65	-1	-0,38
> 40	-1	-1	-1	-1
Schneebedeckung [%]				
0 – 20		-0,02	0	-0,17
> 20 – 40		0,11	-1	0,53
> 40 – 60		0,11	--	-1
> 60 – 80		0,28	--	0,02
> 80 – 100		-0,51	--	0,38