Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Urs N. Glutz von Blotzheim gewidmet

Bestand und Verbreitung von Birkhuhn *Tetrao tetrix* und Alpenschneehuhn *Lagopus muta* im Aletschgebiet von 1970 bis 2015

Christian Marti, Andreas Bossert und Hans Rudolf Pauli

Marti, C., A. Bossert & H. R. Pauli (2016): Population trend of Black Grouse *Tetrao tetrix* and Rock Ptarmigan *Lagopus muta* in the Aletsch region (central Alps, Switzerland) from 1970 to 2015. Ornithol. Beob. 113: 1–30.

In the Aletsch region (canton of Valais, Switzerland), Black Grouse cocks are counted on their leks in spring, and Rock Ptarmigan in their territories, normally during at least two morning activity periods. The spring number of Black Grouse cocks in a study area of 5 km^2 has fluctuated since 1970 without showing a trend, with a minimum of 13 cocks in the years 1998 and 2000 and a maximum of 38 cocks in 1990 and 1993. The number of Rock Ptarmigan in an adjacent part has increased from 17 cocks at the beginning of our censuses in 1974 to a maximum of 33 cocks in 1983 and 1984; then it decreased to a single cock in 2006. Since then, the population has increased again to 7–10 cocks. The area occupied by Ptarmigan decreased from about 4 to 2 km^2. The decrease of Rock Ptarmigan numbers may have partly been influenced by climate warming. In a large part of the study area the abandonment of territories was caused by the growth of Arolla pines *Pinus cembra* and other trees. The Black Grouse leks moved during the study. The most important lek moved uphill by 120 m reaching a mountain ridge at 2210 m a.s.l. above the tree line. As in Ptarmigan, the changes are caused by the vegetation growing higher and denser. Our results show the importance of long-term monitoring programmes.

Christian Marti, Büelmatt 23, CH–6204 Sempach, E-Mail marti.ch@bluewin.ch; Andreas Bossert, Langmattstrasse 26A, CH–5015 Erlinsbach SO, E-Mail andreas.bossert@bluewin.ch; Hans Rudolf Pauli, Unteri Chros 3, CH–2513 Twann, E-Mail hrpauli@sunrise.ch

Birkhuhn *Tetrao tetrix* und Alpenschneehuhn *Lagopus muta* sind zwei Charakterarten der Alpen. Die Lebensräume dieser beiden Raufusshühnerarten berühren oder überlappen sich im Bereich der oberen Waldgrenze. Langfristige Erhebungen ermöglichen die Beurteilung ihrer Bestandsentwicklung, zeigen räumliche Verschiebungen und geben Hinweise auf mögliche Einflüsse von Umweltfaktoren wie beispielsweise Klimaerwärmung und Habitatveränderungen. Beide Arten gelten in der Schweiz gemäss der aktuellen Roten Liste als potenziell gefährdet (Keller et al. 2010).

Das Birkhuhn wurde im Aletschgebiet (Kanton Wallis) ab 1969 im Rahmen von Studien an der Universität Bern eingehend untersucht (Pauli 1974, Zettel 1974), das Alpenschneehuhn (im Folgenden als «Schneehuhn» bezeichnet) ab 1974 (Bossert 1977, 1980), wobei Fragen der Winterökologie im Vordergrund standen (Marti 1985, Marti & Breitenmoser-Würsten 1997). Seither kontrollieren wir

– von einzelnen Jahren mit intensiveren Untersuchungen abgesehen – nur noch die Bestandsentwicklung. Diese alljährlichen Zählungen werden weitergeführt.

Die Daten der ersten Zähljahre wurden verschiedentlich publiziert (Birkhuhn: Pauli 1974, Marti & Pauli 1983, Glutz von Blotzheim 1985, Klaus et al. 1990, Albrecht 1997; Schneehuhn: Bossert 1980, 1990, 1995, Bossert et al. 1983). Für die hier präsentierte Übersicht über die Bestandsentwicklung beider Arten wurden die laufend geführten Zusammenstellungen in vielen Fällen anhand der Originalnotizen oder Tonbandprotokolle überprüft und bezogen auf Gebietsbezeichnungen und Auswertungsmethodik angeglichen, so dass sich in Einzelfällen kleine Abweichungen von den schon publizierten Daten ergeben haben.

Für den vorliegenden Bericht haben wir auch Daten zu Aspekten ausgewertet, die aus methodischen Gründen wichtig sind, vor allem solche zur tages- und jahreszeitlichen Lage der Zählungen.

In den über 40 Jahren unserer Zählungen konnten wir wesentliche Verschiebungen in der Verbreitung beider Arten dokumentieren: Das Birkhuhn hat neue Gebietsteile besiedelt, und seine Balzplätze haben sich verschoben, während das Schneehuhn aus Teilen seines früheren Brutgebiets verschwunden ist. Damit werfen die Zählreihen spannende Fragen nach den Ursachen auf. Ziel dieses Beitrags ist es, mögliche Zusammenhänge mit den gleichzeitig dokumentierten Umweltveränderungen zu zeigen.

1. Untersuchungsgebiet und Methode

1.1. Aletschgebiet

1.1.1. Lage und Schutzstatus

Das Aletschgebiet (Abb. 1) liegt im Oberwallis und ist Teil des UNESCO Welterbes Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch. Es wurde im Dezember 2001 als erstes Gebiet in den Alpen von der Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur zum Weltnaturerbe erklärt. Schon 1983 war es ins Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN-Inventar) aufgenommen worden (Albrecht 1997, Beutler & Gerth 2015).

Der Aletschwald, der Kern des Untersuchungsgebiets für das Birkhuhn, befindet sich am Nordhang des Bergrückens, der sich südlich des Grossen Aletschgletschers vom Riederhorn (2230 m ü.M.) über die Riederfurka (2065 m), die Hohfluh (2227 m) und die Moosfluh (2334 m) nach Nordnordosten bis an den Fuss des Bettmerhorns (2856 m) hinzieht. Er steht seit 1933 unter Naturschutz. Er wurde vom Schweizerischen Bund für Naturschutz (heute Pro Natura) auf 99 Jahre von der Gemeinde Ried gepachtet und am 5. Mai 1933 vom Walliser Staatsrat zum kantonalen Naturschutzgebiet erklärt (Lüdi 1950, Luder 1983, Albrecht 1997).

Das Reservat Aletschwald wird oben von der Gratlinie Riederfurka–Moosfluh und unten vom Rand des Grossen Aletschgletschers begrenzt. Wegen des Gletscherschwunds hat sich die Reservatsfläche von 250 ha bei der Gründung 1933 bis Ende des 20. Jahrhunderts um fast ein Drittel auf 330 ha vergrössert (Albrecht 1995, 1997). Bei zwei Erweiterungen 1999 und 2011 wurden die Fichtenwälder des «Teiffe Wald» (Tiefwald) und über der Massaschlucht ins Naturwaldreservat aufgenommen, das damit auf 750 ha angewachsen ist (Ballmer et al. 2014).

Gleichzeitig mit der Schaffung des Reservats Aletschwald wurde der eidgenössische Jagdbannbezirk Aletsch-Bietschhorn geschaffen. Nach zweimaliger Vergrösserung umfasste er 1936 eine Fläche von 440 km^2 (Albrecht 1997). Somit ist das ganze Untersuchungsgebiet seit über 80 Jahren jagdfrei, abgesehen von Sonderabschüssen von Hirschen im Reservat seit Ende der Achtzigerjahre (Albrecht 1997).

1.1.2. Geologie und Vegetation

Der Untergrund besteht aus Graniten und Gneisen des Aaremassivs (Halder 1976). Das Relief ist kleinräumig sehr vielfältig, mit Felsen, Kuppen und Höckern.

Der Aletschwald ist ein lockerer Lärchen-Arvenwald. Die starke Nutzung durch Holzschlag und Beweidung (vor allem mit Ziegen)

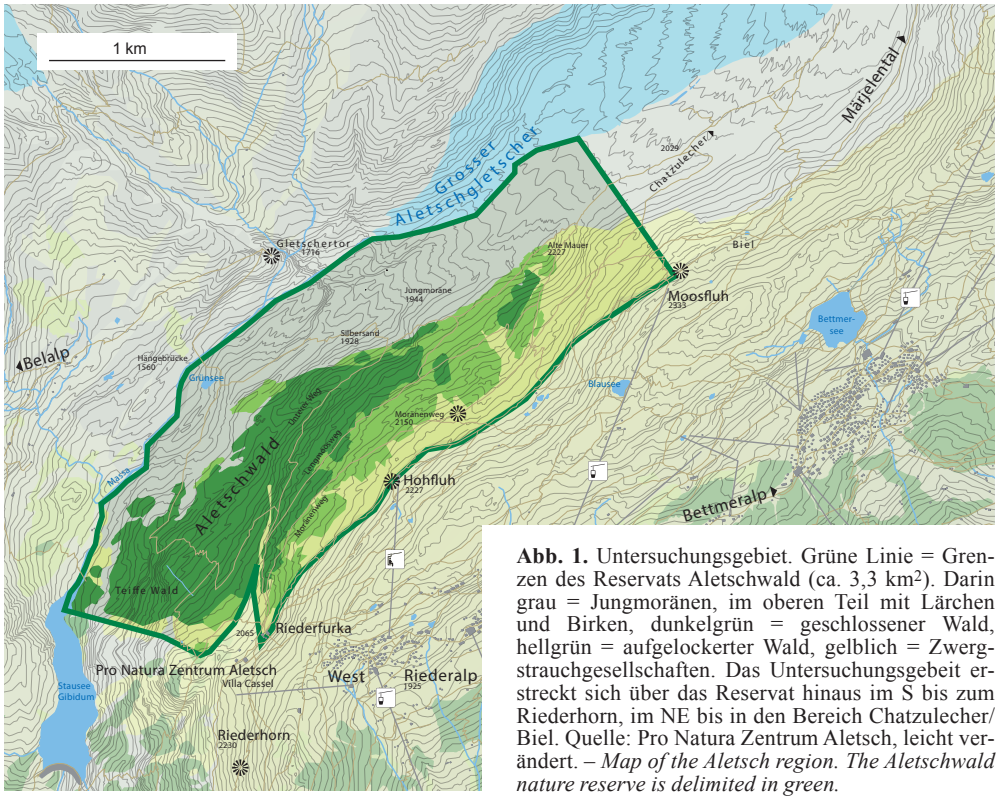

Abb. 1. Untersuchungsgebiet. Grüne Linie = Grenzen des Reservats Aletschwald (ca. 3,3 km^2). Darin grau = Jungmoränen, im oberen Teil mit Lärchen und Birken, dunkelgrün = geschlossener Wald, hellgrün = aufgelockerter Wald, gelblich = Zwergstrauchgesellschaften. Das Untersuchungsgebeit erstreckt sich über das Reservat hinaus im S bis zum Riederhorn, im NE bis in den Bereich Chatzulecher/Biel. Quelle: Pro Natura Zentrum Aletsch, leicht verändert. – *Map of the Aletsch region. The Aletschwald nature reserve is delimited in green.*

bis zur Unterschutzstellung 1933 hat zur Absenkung der oberen Waldgrenze und zur lichten Struktur geführt. Viele Arven *Pinus cembra* sind sehr alt, weil die grössten Bäume nicht aus dem Wald transportiert werden konnten oder evtl. auch schon einen Faulkern aufwiesen. Lärchen *Larix decidua* bilden auf den seit 1860 vom Gletscher freigegebenen Jungmoränen stellenweise fast reine Bestände; daneben sind auf den Jungmoränen Birken *Betula pendula* verbreitet. Im oberen, alten Teil des Waldes sind neben Lärchen und Arven auch Fichten *Picea abies* und einzelne Vogelbeerbäume *Sorbus aucuparia* vorhanden, an feuchteren Stellen Grünerlen *Alnus viridis*. Die Zwergstrauchschicht aus Rostblättriger Alpenrose *Rhododendron ferrugineum* und Heidelbeersträuchern *Vaccinium myrtillus*, stellenweise auch Schweizerweiden *Salix helvetica*, ist sehr gut ausgeprägt (Vegetationskarte: Richard 1968).

Die natürliche Waldgrenze liegt im Untersuchungsgebiet auf 2150–2200 m ü.M. (Lüdi 1950). Als Folge der früheren intensiven Holznutzung reicht der geschlossene Baumbestand an den Nordwesthängen nirgends mehr über 2050 m hinauf. Die Baumgrenze erreicht etwa 2200 m; sie gibt damit ebenfalls einen Hinweis auf die Lage der natürlichen Waldgrenze (Körner 2012).

Über der Waldgrenze schliessen Zwergstrauchheiden mit Heidelbeere, Moorbeere *Vaccinium uliginosum*, Preiselbeere *V. vitis-idaea* und Schweizerweide an. In Schneetälchen kommen Zwergweiden wie die Krautweide *Salix herbacea* vor. Auf vom Gletscher abgeschliffenen, in Gratnähe windexponierten Kuppen wachsen Krähenbeere *Empetrum nigrum hermaphroditum* und Alpenazalee *Loiseleuria procumbens* (Bossert 1980). Stellenweise kommen einzelne Lärchen, Arven und

Fichten auf. Die Südhänge werden zu einem grossen Teil von Borstgrasweiden (Nardetum) bedeckt (Bossert 1980).

1.1.3. Touristische Erschliessung

Die Riederalp (Abb. 1), ein Hochplateau auf etwa 1900 m ü.M. über dem Walliser Rhonetal, wurde ab 1950 zum Ferienort, als die erste Luftseilbahn von Mörel (760 m) aus via Greich eröffnet wurde. 1954 folgte eine Seilbahn ebenfalls von Mörel aus via Ried-Mörel (Arnold 1974, Albrecht 1997, weitere Angaben und Bilddokumente in Kummer 2000). Die Luftseilbahn via Greich wurde 1975 durch eine Grosskabinenbahn abgelöst. Auf der Riederalp wurde ein erster kleiner Skilift 1951 in Betrieb genommen (Albrecht 1997), 1953 folgte jener zum Blausee (1965 ersetzt) und 1968 ein Skilift auf die Riederfurka. 1977 wurden je eine Sesselbahn auf die Hohfluh und auf die Moosfluh gebaut. Der Skilift auf die Riederfurka wurde 1991 durch eine Sesselbahn ersetzt, die Sesselbahn auf die Hohfluh 2009 durch eine 4er-Sesselbahn. Die Sesselbahn auf die Moosfluh und der Skilift zum Blausee wurden 1995 durch eine Gondelbahn abgelöst. Am 5. Dezember 2015 wurde an ihrer Stelle die Kombi-Gletscherbahn Moosfluh mit 8er-Gondeln und 6er-Sesseln eröffnet. Von der Bettmeralp aus wurde 1977 eine Gondelbahn ans Bettmerhorn gebaut; sie wurde 1995 durch eine grössere ersetzt (www.aletscharena.ch bzw. www.bergbahnen.org, Stand 6. Februar 2016). Seilbahnprojekte an den Nordhängen von der Moosfluh zum Gletscher hinunter konnten aus Naturschutzgründen gestoppt werden (Bossert 1995, Albrecht 1997).

Die Erschliessung der autofreien Riederalp durch Seilbahnen ermöglichte den Bau von zahlreichen Hotels und Chalets. Seit dem Winter 1961/62 werden einzelne Chalets durchgehend bewohnt (U. N. Glutz von Blotzheim in Renevey 1984a, b). Bereits 1993 wurden 350 000 Übernachtungen registriert; doch wird seit 1998 die 300 000er-Schwelle nur noch selten überschritten. 80 % der Logiernächte entfallen auf den Winter (Liniger 2014).

Auf der Riederfurka, am Rand des Reservats Aletschwald, betreibt Pro Natura seit 1976 in der 1902 erbauten Villa Cassel ein Naturschutzzentrum, das jeweils von Mitte Juni bis Mitte Oktober geöffnet ist. Um einen Waldbrand an der Nordwestflanke des Riederhorns zu stoppen, der am 24. Mai 1944 ausgebrochen war (Müller 1944, Lüdi 1946, Halder 1976), wurden Schneisen in den Wald geschlagen. Aus dem dabei gewonnenen Holz wurde auf der Riederfurka ein Blockhaus als Schutzhütte für Wildhüter, Parkwächter und im Schutzgebiet forschende Personen gebaut.

In Spitzenzeiten wurde das Naturreservat in der Sommersaison jährlich von etwa 80 000–100 000 Personen besucht (Albrecht 1991, 1995). Nach der Jahrtausendwende ist die Besucherzahl auf 53 000–60 000 pro Jahr zurückgegangen (Furrer & Kernen 2009). Im Winter ist die Begehung nur auf dem «Moränenweg» (dem Weg über die markante Moräne aus der letzten Eiszeit, Abb. 1) mit Schneeschuhen erlaubt (Ausnahmen s. Schutzverordnung vom 12. Januar 2011).

1.2. Zählmethode

1.2.1. Birkhuhnzählung

Beim Birkhuhn werden die Hähne bei gleichzeitigen Zählungen an ihren traditionellen Balzplätzen (Arenen) erfasst, in der Regel an zwei oder mehreren meist aufeinanderfolgenden Tagen. Die Bestandserfassungen fanden meist in der zweiten Maihälfte statt, die früheste am 2. Mai, die späteste am 4. Juni (Tab. 2).

Die Zählungen liefern dann die vollständigsten Ergebnisse, wenn sie zur Zeit des Höhepunkts der Balz durchgeführt werden, d.h. in jenen Tagen, an denen die Hennen an den Balzplätzen erscheinen. Da zwischen Anfang April und Ende Juli zusätzlich zu den Gesamtzählungen noch über 100 Begehungen am frühen Morgen stattfanden, kann diese Phase zuverlässig eingegrenzt werden. Das früheste Datum, an dem eine Henne auf dem Balzplatz festgestellt wurde, war der 27. April 1978. Die regelmässige Präsenz von Hennen an den Balzplätzen dauert vom 15. bis am 31. Mai, die jahreszeitlich späteste Feststellung erfolgte am 16. Juni 1978.

In 28 der 46 Jahre mit Zählungen (1969–

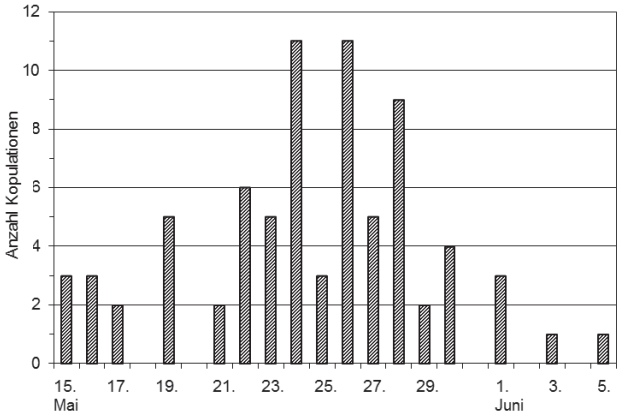

Abb. 2. Zeitliche Verteilung der 76 festgestellten Kopulationen auf Birkhuhnbalzplätzen 1969–2015. Ordinate: Anzahl beobachteter Kopulationen. – *Dates of the 76 Black Grouse copulations (number, y-axis) observed between 1969 and 2015.*

1973 und 1975–2015) wurden Kopulationen beobachtet, teilweise an den Zählmorgen, teilweise aber auch an anderen Daten, an denen nur an einzelnen Balzplätzen beobachtet wurde. Kopulationen kennzeichnen den Höhepunkt der Balz und fanden zwischen dem 15. Mai und dem 5. Juni statt, die meisten im letzten Drittel des Monats Mai (Abb. 2).

Für die Bestandserfassungen im Aletschgebiet werden 5–6 Personen benötigt. Wir führen die Zählungen meist an Wochenenden durch, so dass zwei Zählungen (Samstag- und Sonntagmorgen) möglich sind, an Auffahrts- oder Pfingstwochenenden gelegentlich 3–4. Die Zählungen werden grundsätzlich bei jeder Witterung durchgeführt und nur in Ausnahmefällen um 1–2 Tage verschoben. Regen und Schneefall scheinen kaum Auswirkungen auf die Aktivität der Hähne und damit auf das Zählergebnis zu haben; dagegen kann dichter und zäher Nebel in seltenen Fällen die Erfassung verunmöglichen.

Als Balzplatz oder Arena bezeichnen wir einerseits einen kleinen Geländeausschnitt, wo zwei und mehr Hähne in einem Abstand von maximal etwa 100 m balzen (Zbinden & Salvioni 2003), andererseits aber auch eine Stelle, an der regelmässig und über mehrere Jahre hinweg immer wieder ein einzelner Hahn balzend angetroffen wurde.

Die Mitwirkenden beziehen ihre Beobachtungsposten vor Beginn der Dämmerung, noch bevor die Birkhähne auf den Arenen eintreffen. Spätestens 15 min vor dem erwarteten Balzbeginn sollten sie eingerichtet sein, damit Störungen weitgehend vermieden und vereinzelt früher eintreffende Hähne erfasst werden können. Als Aktivitäts- oder Balzbeginn werten wir nicht das Verlassen des Schlafplatzes, sondern das erste, oft noch bei sehr schwacher Dämmerung gehörte Zischen, das die Hähne in der Regel bei Eintreffen auf der Arena äussern; meist folgt kurz darauf das erste Kullern. Im Verlauf des Frühlings verschiebt sich dieser Zeitpunkt

Tab. 1. Anzahl der Birkhähne bei mehreren vollständigen Synchronzählungen an aufeinanderfolgenden Tagen. – *Variability of repeated counts of Black Grouse cocks on consecutive days.*

Jahr	Zähldaten	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Wetter (Tag 1 / Tag 2 / Tag 3 / Tag 4)
1980	24.–26.5.	20	21	21		wechselnd bewölkt / wechselnd bewölkt / wolkenlos
1982	29.–31.5.	18	18	18		wolkenlos / wolkenlos / bewölkt
1983	21.–23.5.	23	26	16		zeitweise Nebel / Regen / zeitweise Nebel, Schneefall
1993	25.–28.5.	31–35	38	28	25–29	bewölkt / wolkenlos / leichter Regen / zeitweise Nebel
2007	14.–16.5.	20	26	25		bedeckt, Schneefall / etwas Nebel / leichter Schneefall

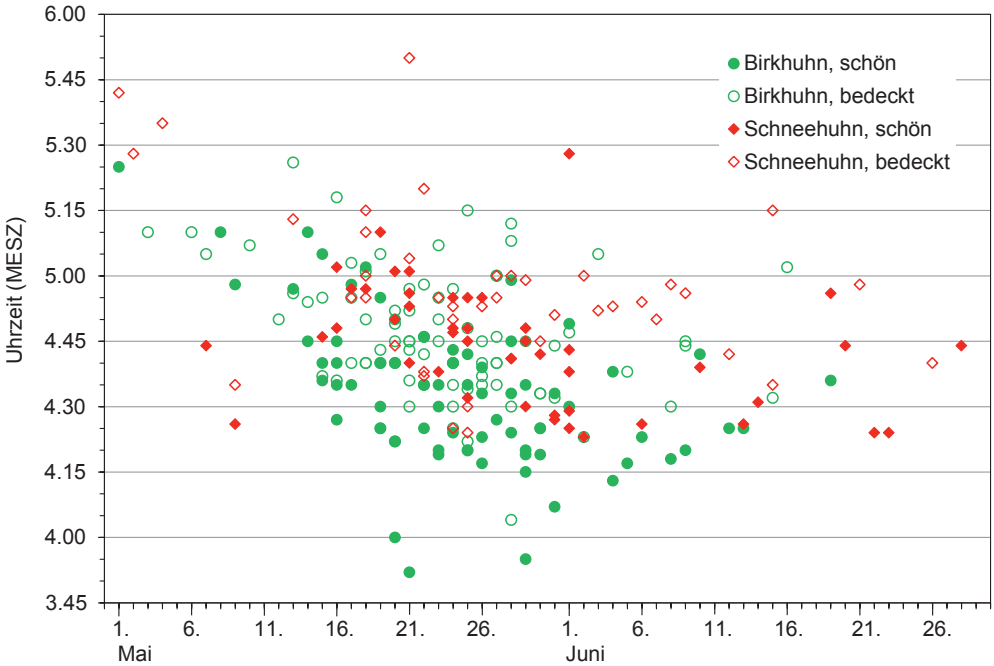

Abb. 3. Balzbeginn der Birkhähne (grün) und der Alpenschneehähne (rot) im Mai und Juni (jeweils 1 Wert pro Morgen). Birkhuhn: 150 Zählmorgen 1969–2015; Schneehuhn: 87 auswertbare Zählmorgen 1974–2015. Angaben in Mitteleuropäischer Sommerzeit (MESZ); die Zeiten vor der Einführung der Sommerzeit 1981 wurden durch Addition von 1 h in diese umgerechnet. Wetterbedingungen: ausgefüllte Symbole = wolkenlos bis ½ bedeckt; offene Symbole = mehr als ½ bedeckt, teilweise Niederschlag. – *Start of Black Grouse displays and of calling activity of Rock Ptarmigan in May and June in Central European Summer Time (CEST). Black Grouse: 150 mornings 1969–2015, Rock Ptarmigan: 87 mornings 1974–2015. Weather conditions: filled symbols = open sky or some clouds; open symbols = cloudy or rainy.*

nach vorne. Der früheste Balzbeginn wurde am 21. Mai 1989 um 3.52 h bei wolkenlosem Himmel und Vollmond festgestellt. Auf dem Balzplatz (Riederfurka) lag eine fast geschlossene Schneedecke, was die Helligkeit erhöhte. Ende Mai ist Balzgebinn meist zwischen 4.15 und 4.30 h. Er verzögert sich bei bedecktem Himmel um bis zu 1 h. Der späteste Balzbeginn in der letzten Maidekade fiel am 25. Mai 2003 bei starkem Regen auf 5.15 h (Abb. 3).

Die Beobachtungsposten befinden sich in der Regel in einer Distanz von 50–100 m zum Rand einer Balzgruppe. Ihre Position musste im Lauf der Untersuchung regelmässig überprüft und neu festgelegt werden, wenn sich das Zentrum eines Balzplatzes verschob. Zusätzlich zu den Balzplatzkontrollen suchte wenn möglich eine Person das Gelände zwischen den bekannten Arenen ab, denn hin und wieder balzten einzelne Hähne an wechselnden Stellen. Dies war zu Beginn der Untersuchung in den tiefen Gebietsteilen der Fall, vom «Längmoos», einem Plateau auf etwa 1900 m ü.M., bis hinunter zum «Silbersand» an der Grenze zu den Jungmoränen (Abb. 1), später vor allem am Nordhang der Moosfluh. Praktisch alle Hähne wurden durch Sichtbeobachtungen nachgewiesen, nur selten wurde ein einzeln balzender Hahn nur gehört.

Als Bestand werteten wir ab 1973 das Ergebnis des Tages mit der höchsten gleichzeitig ermittelten Zahl von Hähnen. In der Anfangszeit (1969–1972) wurde der Bestand noch aus verschiedenen Erfassungen errechnet.

Die Anzahl der Hähne an einem einzelnen Balzplatz kann von Tag zu Tag schwanken. Am Balzplatz «Weidenhang» beobachteten wir im Frühling 1978 zwischen dem 17. April und dem 27. Mai an 13 Tagen und zählten einmal 5, je fünfmal 6 und 7 und zweimal 8 gleichzeitig anwesende Hähne (Marti & Pauli 1983).

Die Ergebnisse der wiederholten Zählungen eines Jahres unterscheiden sich oft nicht oder nur wenig (Tab. 1). 1993 konnte an vier aufeinanderfolgenden Tagen vollständige Synchronzählungen durchgeführt werden. Auch das Resultat der durch Nebelschwaden erschwerten vierten Zählung liegt kaum tiefer als jenes der ersten, die bei nur leichter Bewölkung durchgeführt wurde. Der grösste Bestand wurde bei wolkenlosem Himmel und somit idealen Zählbedingungen festgestellt.

Vollständige Zählungen durch unsere Gruppe liegen für die 3 Jahre 1970–1972 und dann als Synchronzählungen für 1973 und anschliessend lückenlos für die 41 Jahre 1975–2015 vor.

1.2.2. Schneehuhnzählung

Im Unterschied zum Birkhuhn lebt das Schneehuhn in der Brutzeit territorial. Die Reviergrenzen verschieben sich von Jahr zu Jahr nur wenig (Bossert 1995). Frei werdende Reviere werden rasch durch einwandernde Individuen besetzt. Die Reviere wurden zu Beginn der Untersuchung nach topografischen Namen oder charakteristischen Eigenschaften benannt. Da wir bei den Zählungen die Grenzen der Reviere nicht überprüfen können, verwenden wir ihre Namen teilweise auch einfach für die betreffenden Geländeausschnitte.

Ähnlich wie bei der Birkhuhnzählung beziehen die Zählerinnen und Zähler ihre festen Beobachtungsstandorte vor Beginn der Dämmerung und bleiben mindestens während der ersten Stunde nach Aktivitätsbeginn dort. Notiert werden alle Hähne, die sich durch Rufen, Balzfliegen oder durch Sitzen auf erhöhten Warten (oft Felsblöcken) bemerkbar machen. Anschliessend wird das Gebiet gründlich abgesucht, mit dem Ziel, möglichst viele Hennen nachzuweisen. Da die Paarbildung zum Zeitpunkt der Zählung bereits stattgefunden hat, können Hennen oft durch längeres Beobachten der auffälligeren Hähne gefunden werden.

Die Zählungen werden in der Regel an 2–3 meist aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt. In Jahren mit intensiven Untersuchungen (1974, 1975, 1977 und 1985) wurde im Mai und Juni an 16–20 Tagen beobachtet. Bei der zweiten und bei den evtl. folgenden Zählungen wird versucht, die noch vorhandenen Lücken zu schliessen, d.h. festzustellen, ob Reviere, in denen noch keine Hähne registriert wurden, ebenfalls besetzt sind. Anders als beim Birkhuhn werden also nicht die Daten eines einzigen Tages präsentiert, sondern die kombinierten Ergebnisse aller Zähltage des entsprechenden Frühlings.

Die Zählungen werden je nach Schneelage gegen Ende Mai oder Anfang Juni durchgeführt. In Jahren, in denen an 2–3 aufeinanderfolgenden Tagen gezählt wurde, geschah dies zwischen dem 18. Mai und dem 11. Juni. Als ideal erwiesen sich Termine im letzten Mai-Drittel oder allenfalls noch in den ersten Junitagen. Wenn die Schneeschmelze nicht besonders früh erfolgt, setzen die 3–4 Mitwirkenden Tourenskis oder Schneeschuhe ein.

Der Aktivitätsbeginn der Schneehühner liegt zur Zählzeit (letzte Mai- und erste Junidekade) zwischen 4.23 h (2. Juni 2000, bei wolkenlosem Himmel) und 5.50 h (21. Mai 2006, neblig), Ende Mai in der Regel zwischen 4.25 und 4.40 h (Abb. 3). Die Balzaktivität beginnt Ende Mai beim Schneehuhn also etwa 15 min später als beim Birkhuhn. Dass zum Aktivitätsbeginn des Schneehuhns weniger Daten vorliegen als zu jenem des Birkhuhns, liegt u.a. daran, dass bei geringen Dichten oder beim Fehlen von Schneehühnern in der Nähe der Zählerinnen und Zähler kein Aktivitätsbeginn bestimmt werden konnte, so in den Jahren 2006–2008.

Die Rufaktivität der Schneehähne hängt stark von der Witterung ab. Bei Wind, Föhnlagen und Nebel ist sie meist gering. Die Hähne sind umso aktiver und ruffreudiger, je grösser der Bestand ist. Dies galt besonders dann, wenn viele nicht territoriale «Zusatzhähne» vorhanden waren und die Revierinhaber zu Rufduellen oder gar Flugjagden oder Kämpfen provozierten. Dagegen waren in den Jahren mit den tiefsten Beständen von einzelnen

Hähnen nur bei Aktivitätsbeginn einige wenige Rufe zu vernehmen, anschliessend waren die Vögel sehr heimlich. Je geringer die Aktivität der Hähne ist, desto schwieriger ist es, Paare zu finden. Hennen wurden immer durch Sichtbeobachtung nachgewiesen, Hähne teilweise nur akustisch lokalisiert. Da wir die Nachweisart zu Beginn nicht immer festhielten, konnten für diese Auswertung die Daten der 21 Jahre 1994–2015 (ohne 1996) verwendet werden: 126 der 196 festgestellten Hähne (64 %) wurden gesehen, die anderen nur gehört.

In Gebietsteilen, die vom Schneehuhn seit Jahren nicht mehr genutzt werden, befindet sich bei den Schneehuhnzählungen kein Beobachter mehr. Sie wurden aber vom Birkhuhn besiedelt und werden nun bei den Birkhuhnzählungen kontrolliert, so dass Schneehühner hier nicht übersehen würden.

Von 1973 bis und mit 1990 sowie 1992 führten wir auch im Herbst Zählungen durch, sobald die Schneehühner nach den ersten Schneefällen aus den hochalpinen Übersommerungsgebieten in die Brut- und Überwinterungsgebiete abgestiegen waren, meist Ende Oktober oder Anfang November. Feststellungen von zusätzlichen Beobachtungstagen wurden mitberücksichtigt (Tab. 4).

2. Ergebnisse

2.1. Birkhuhn

2.1.1. Bestandsentwicklung

Lage und Abgrenzung des untersuchten Bestandes: Die Birkhühner des Aletschgebiets (Aletschwald und seine Umgebung, ca. 5 km^2) stellen keine abgeschlossene Population dar, sondern einen vom Gletscher, der Gratlinie und den baumfreien Nordwesthängen des Bettmerhorns begrenzten Teil des Bestandes, der den Waldgrenzbereich der Seitentäler und des Walliser Haupttals kontinuierlich besiedelt (Schmid et al. 1998). In dieses bandförmige Verbreitungsgebiet gehören auch einzelne Birkhähne, die gelegentlich südlich von unserem Zählgebiet direkt oberhalb der Rieder- und Bettmeralp balzend beobachtet werden können; sie bleiben hier unberücksichtigt. Mit dem Aufkommen von Bäumen an der Moosfluh und in den Katzlöchern hat sich der Bestand zunehmend nach Nordosten ausgedehnt.

Meereshöhe: In den Achtzigerjahren nutzten die Birkhühner noch regelmässig die tiefer gelegenen Teile des Aletschwaldes vom «Längmoos» bis hinunter zum «Silbersand» an der Grenze zu den Jungmoränen (ca. 1900 m, Abb.

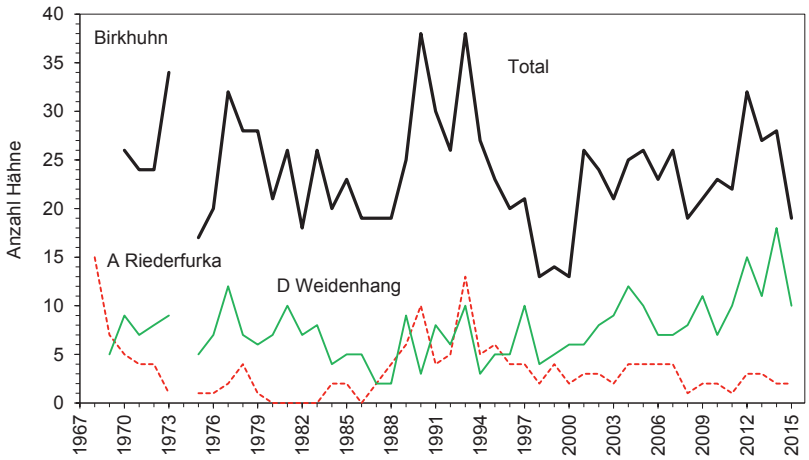

Abb. 4. Birkhahnbestand im Aletschgebiet. Gesamtbestand (1970–2015, schwarze Linie) und Ergebnisse an den beiden Plätzen «Riederfurka» (gestrichelte rote Linie) und «Weidenhang» (grüne Linie) an den Tagen des Maximalbestands. – *Number of Black Grouse cocks in the Aletsch region 1970–2015. Total number (black) and results at two leks. Red broken line: lek A (Fig. 6); green solid line: lek D (Fig.7).*

Tab. 2. Bestand der Birkhähne im Aletschwald. Bis und mit 1972 wurden mehrere Zählungen über den ganzen Frühling verteilt duchgeführt. Ab 1973 ist pro Jahr der Zähltag mit dem höchsten gleichzeitig festgestellten Bestand angegeben. In Klammer hinter dem Wert pro Balzplatz bzw. hinter dem Total das niedrigste und das höchste Ergebnis. – *Number of Black Grouse cocks in the Aletsch region. From 1973 onwards, the results of the day with the maximum number of displaying cocks counted on the same day are shown. In brackets the minimum and maximum number at a single lek (or total number, respectively) in all censuses of a given year.*

Jahr	Zähl-daten	Zähl-tage	A Rieder-furka	B Erlen-hang	C Mulde	D Weiden-hang	E Kalk-ofen	F Moos-fluh	Zwi-schen-gelände	Total
1969	Frühling		7 (6–7)	3 3	4	5				
1970	Frühling		5 (4–5)	3 3	4 4	9	5			26
1971	Frühling		4 (3–4)	7 6–7	3 3	7	2		1	24
1972	Frühling		4 (3–4)	7 5–7	3 3	8 (7–8)	1		1	24
1973	24.–28.5.		1 (1–2)	9 9	5 (5–6)	9	2 (0–2)	0 (0–2)	8 (1–8)	34 (31–34)
1974										
1975	18.–26.5.		1 (1–2)	4 (2–4)	5 (4–7)	5 (4–6)	0	0	2 (1–2)	17
1976	27.–30.5.		1	3 (2–3)	4 (2–4)	7	2		3 (1–3)	20
1977	28.–30.5.		2 (1–2)	5 (4–6)	7 (7–9)	12 (10–12)	2	1	3	32
1978	13.–15.5.	3	4 (1–4)	11 (5–11)	0 (0–4)	7 (5–8)	1 (1–2)	0	5 (3–6)	28 (16–28)
1979	2.–4.6.	3	1 (1–2)	8 (6–8)	5	6 (6–7)	2 (2–3)	5 (1–5)	1 (1–5)	28
1980	24.–26.5.	3	0 (0–1)	4 (4–6)	4 (4–5)	7	2	0	4 (1–4)	21 (20–21)
1981	9.–10.5.	2	0	4 (4–5)	6 (5–6)	10 (8–10)	1	0	5 (0–5)	26 (18–26)
1982	29.–31.5.	3	0 (0–1)	5 (3–5)	3 (3–5)	7	1 (1–2)	0	2 (1–2)	18
1983	21.–23.5.	3	0	3 (2–4)	6 (4–6)	8 (7–8)	1	0	8	26 (16–26)
1984	20.–27.5.	3	2 (1–2)	1 (1–2)	5 (3–6)	4 (3–4)	2	0	6 (3–6)	20 (15–20)
1985	25.–26.5.	2	2 (1–2)	3 (2–3)	5	5 (4–5)	1	0	7 (7–10)	23
1986	17.–19.5.	3	0 (0–1)	4 (2–4)	3 (3–4)	5 (4–5)	3 (2–3)	1 (1–2)	3	19 (17–19)
1987	2.–24.5.	3	2 (1–2)	3 (2–4)	3 (3–6)	2 (2–4)	1 (0–1)	2 (0–2)	6 (2–6)	19 (17–19)
1988	21.–23.5.	3	4 (3–4)	3 (2–3)	4 (3–4)	2	2	1 (0–1)	3 (2–6)	19 (18–19)
1989	13.–20.5.	3	6 (4–7)	0 (0–2)	4 (0–4)	9 (0–9)	0	3 (1–3)	3 (3–14)	25 (22–25)
1990	15.–16.5.	2	10 (8–10)	2 (2–4)	13 (10–13)	3	1 (0–1)	1	8	38 (34–38)
1991	18.–20.5.	3	4 (4–6)	5 (2–5)	6 (2–7)	8 (7–8)	1	0 (0–1)	6 (6–8)	30 (26–30)
1992	23.–24.5.	2	5 (5–6)	3	6 (6–7)	6 (5–6)	0	2 (0–2)	4	26 (25–26)
1993	25.–28.5.	4	13 (9–13)	3 (1–3)	7 (5–8)	10 (9–11)	1 (0–1)	2 (2–3)	2 (1–3)	38 (25–38)
1994	21.–23.5.	3	5 (5–6)	3 (2–3)	4 (3–4)	3 (2–3)	1 (0–1)	1 (0–1)	10 (7–10)	27 (22–27)
1995	25.–28.5.	4	6	3 (0–3)	2	5 (4–6)	1	1	5 (4–6)	23 (21–23)
1996	25.–27.5.	2	4 (3–4)	0	2	5	0	0	9 (9–10)	20
1997	18.–19.5.	2	4 (2–4)	1 (1–3)	4 (3–4)	10 (8–10)	0	1 (1–2)	1	21 (19–21)
1998	31.5.–1.6.	2	2	1 (0–1)	2	4 (4–5)	0 (0–1)	1	3 (1–3)	13 (12–13)
1999	23.–24.5.	2	4 (3–4)	0	4	5	0	1 (1–2)	0	14
2000	27.–28.5.	2	2	1 (0–1)	3 (1–3)	6 (4–6)	0	0	1 (1–2)	13 (9–13)
2001	24.–25.5.	2	3 (2–3)	2 (1–2)	6 (5–6)	6 (5–6)	1	5 (2–5)	3 (3–5)	26 (21–26)
2002	19.–20.5.	2	3 (3–6)	0	3	8 (7–8)	4 (2–4)	4 (3–4)	2 (1–2)	24 (22–24)
2003	24.–25.5.	2	2	0	4 (3–4)	9 (5–9)	2 (1–2)	2 (2–4)	2 (2–3)	21 (18–21)
2004	21.–23.5.	3	4 (3–4)	0	3 (2–3)	12 (9–12)	1 (0–1)	4 (2–4)	1 (1–7)	25 (21–25)
2005	14.–16.5.	3	4	0	5 (4–6)	10 (6–11)	1 (0–2)	6 (2–6)	0 (0–2)	26 (20–26)
2006	20.–21.5.	2	4 (3–4)	0	6	7 (4–7)	1	3 (2–3)	2	23
2007	17.–20.5.	4	4 (3–4)	0	6 (4–6)	7 (5–7)	0	3 (0–3)	6 (4–6)	26 (16–26)
2008	24.–25.5.	2	1	0	3	8	0	7 (5–7)	0	19 (17–19)
2009	22.–24.5.	3	2 (1–2)	0	2 (1–2)	11 (10–12)	1 (1–2)	5	0	21 (13–21)
2010	22.–23.5.	2	2	0	4	7 (7–8)	1 (1–2)	6	3 (0–3)	23 (22–23)
2011	28.–29.5.	2	1 (1–2)	0	1 (1–2)	10 (8–10)	0	9 (6–9)	1 (1–2)	22 (20–22)
2012	18.–19.5.	2	3	0	4 (3–4)	15 (11–15)	0	9 (9–10)	1 (0–1)	32 (27–32)
2013	20.–31.5.	3	3	0	2 (1–2)	11	1	9	1	27
2014	31.5.–1.6.	2	2	0	1 (1–2)	18 (16–18)	0	6 (4–6)	1 (1–2)	28 (26–28)
2015	16.–17.5.	2	2	0	1	10 (9–10)	1 (0–1)	5 (2–5)	0	19 (14–19)

1). Heute erstreckt sich der Birkhuhnlebensraum von etwa 2000 bis 2250 m ü.M.

Bestand vor Beginn der Zählungen: 1964 und 1966 wurden allein auf der Riederfurka 30–40 Birkhähne gezählt; 1968, nach der Eröffnung eines Skilifts, waren es noch 15–18 Hähne (A. Berchtold bzw. A. Wandeler in Pauli 1974). U. N. Glutz von Blotzheim (pers. Mitt.) notierte aber schon am 17. und 19. Mai 1965 während Filmarbeiten nur noch je 9 balzende Birkhähne. In diesen Jahren wurde das Reservat Aletschwald nicht kontrolliert, so dass keine Bestandsangabe für das ganze Gebiet möglich ist.

Bestandsentwicklung (Tab. 2, Abb. 4): In der ersten Phase unserer Zählungen ab 1970 sank der Totalbestand bei jährlichen Schwankungen von über 30 Hähnen auf jeweils 19 Hähne in den 3 Jahren 1986–1988. Dann folgte eine überraschende Bestandszunahme in nur zwei Jahren auf den Rekordwert von 38 Hähnen 1990. Derselbe Wert wurde 1993 noch einmal erreicht. Der dritte Abschnitt war geprägt von einem raschen und kontinuierlichen Rückgang auf 13–14 Hähne 1998–2000. Seither pendelt der Bestand zwischen 21 und 26 Hähnen, mit einem Minimum von 19 Hähnen in den Jahren 2008 und 2015 sowie einem Höchstwert von 32 Hähnen 2012. Der Mittelwert über alle 46 Jahre seit 1970 (ohne 1974) beträgt 23,8 Hähne.

Siedlungsdichte: Die Fläche des von der Birkhuhnpopulation ganzjährig bewohnten Gebiets beträgt etwa 5 km^2 (Pauli 1974, Marti & Pauli 1983); die Fläche, die die Balzplätze umfasst, ist aber mit 2 km^2 deutlich kleiner (Isler & Bossert 2015). Bezogen auf den ganzjährig genutzten Lebensraum beträgt die mittlere Dichte knapp 5 Hähne pro km^2.

Einzelhähne: Der Anteil der einzeln balzenden Hähne lässt sich ab 1971 auswerten. Im Mittel balzten 14 % der Hähne ausserhalb der traditionellen Balzplätze, d.h. im Abstand von mindestens 100 m (Zbinden & Salvioni 2003) vom äussersten Hahn auf dem Balzplatz oder von anderen allein balzenden Hähnen. Bei einigen Zählungen gab es keine Hähne im Zwischengelände, bei anderen erreichte ihr Anteil 50 % oder mehr; so balzten 1989 am 13. Mai 14 von 22 und zwei Tage später 12 von 24 Hähnen nicht auf einer traditionellen Arena. Bei der Zählung mit dem maximalen Ergebnis pro Jahr und unter Berücksichtigung der allein auf einer der Arenen balzenden Birkhähne beträgt der Anteil an Einzelhähnen zwischen 3 % (1 von 32 Hähnen im Jahr 2012) und 45 % (9 von 20 Hähnen im Jahr 1996), im Mittel 18 %.

Abb. 5. Der Balzplatz «Riederfurka» befindet sich in der Bildmitte auf der Skipiste unterhalb der Bergstation des im Winter 1967/68 eröffneten Skilifts. Links das Riederhorn, rechts die Villa Cassel. Aufnahme 22. Mai 2010, C. Marti. – *Lek A (Riederfurka) is situated in the centre of the picture in the uppermost part of the skiing run to the right of the ski lift station. In the left part of the picture the Riederhorn, on the right Villa Cassel, the Pro Natura centre Aletsch.*

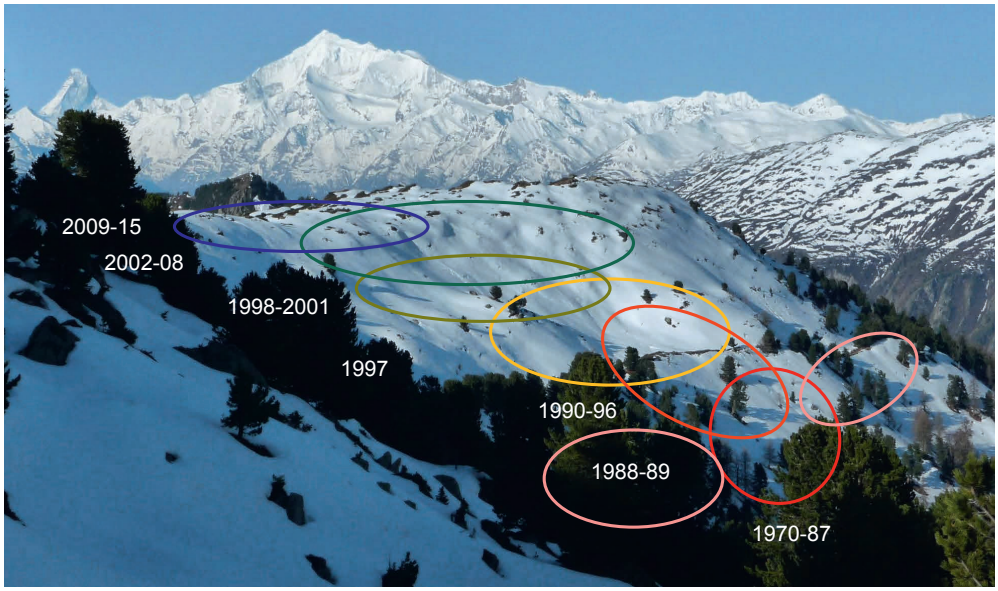

Abb. 6. Verschiebung des Balzplatzes «Weidenhang» seit 1970. Im Hintergrund links das Matterhorn, in der Bildmitte das Weisshorn. Aufnahme 22. Mai 2010, C. Marti. – *Displacement of lek D, moving uphill by 120 m between 1970 and the present.*

2.1.2. Entwicklung von Balzplätzen

Die Namen der Balzplätze beziehen sich auf Eigenschaften der Vegetation oder der Topografie und entsprechen mehrheitlich nicht offiziellen Flurnamen.

Riederfurka (Platz A, Abb. 5): Nach dem markanten Bestandsrückgang (Kap. 2.1.1) war der Balzplatz ab 1980 für einige Jahre verwaist. Ab 1984 setzte eine zögerliche Wiederbesiedlung ein, und 1990 wurden mit 10 und 1993 mit 13 Hähnen vorübergehend wieder grosse Balzgruppen angetroffen. Seither ist die Zahl der Hähne wieder auf 2–3 gesunken (Tab. 2, Abb. 4).

Erlenhang (Platz B): Dieser Platz liegt auf etwa 2050 m an der steilen Nordwestflanke des Riederhorns in nur 200 m Entfernung zum Balzplatz Riederfurka. Es könnte sich dabei um einen Ausweich-Balzplatz für diesen gehandelt haben, denn kurz vor dessen Erlöschen wurde am «Erlenhang» 1978 mit 11 Hähnen der Maximalwert festgestellt. Mit der weiteren Ausbreitung der Grünerlen verloren die zu Beginn offenen Stellen ihre Eignung als Balzplatz, so dass letztmals im Mai 2001 ein balzender Hahn hier beobachtet wurde.

Mulde (Platz C): Dieser Balzplatz befand sich bis vor wenigen Jahren auf einem gegen den Gletscher hin geneigten Plateau auf 2050 m im westlichen Teil des Nordwesthangs der Hohfluh, 1,1 km von Platz B entfernt. Im Rekordjahr 1990 balzte hier mit 13 Hähnen gut ein Drittel des Gesamtbestands. Die in den letzten Jahren noch hier verbliebenen Hähne halten sich zur Balzzeit kaum mehr im Nordhang, sondern zunehmend auf dem Gratrücken (2100 m) auf.

Weidenhang (Platz D, Abb. 6): Zu Beginn der Zählungen befand sich das Zentrum dieses Platzes unterhalb der Daunmoräne (einer etwa 9000 Jahre alten Moräne aus der letzten Eiszeit) in einem steilen, von Schweizerweiden und Alpenrosen bewachsenen Nordhang auf 2100 m. Die Distanz zu Platz C beträgt 1 km. Der «Weidenhang» war fast zu allen Zeiten der bedeutendste Balzplatz des Gebiets. Zu Beginn der Untersuchungen wurde befürchtet,

Abb. 7. Jungmoräne mit lockerem Lärchenbestand an der Nordseite der Moosfluh. Rechts im Vordergrund zwischen den ersten Lärchen hat sich 2009 der neue Gemeinschaftsbalzplatz gebildet. Links der Grosse Aletschgletscher, dahinter das Wannenhorn. Aufnahme am frühen Morgen des 22. Mai 2010, C. Marti. – *Young moraine on the northern slope of Moosfluh. Between the small larch trees in the foreground, a new lek was established in 2009.*

er würde durch Überwucherung verloren gehen (Pauli 1974: 270), so dass Mitglieder der Berner Raufusshühner-Arbeitsgruppe Anfang Oktober 1973 Zwergsträucher und Sträucher rodeten oder stark zurückschnitten. Der Effekt dieser kleinflächig ausgeführten Massnahmen war allerdings nach wenigen Jahren nicht mehr sichtbar und in keiner Weise vergleichbar mit den maschinell ausgeführten Biotoppflegemassnahmen, die in den letzten Jahren gebietsweise in den italienischen Alpen und z.T. in der Haute-Savoie (Frankreich) umgesetzt wurden und grossflächige Vegetationsmosaike schaffen (Rotelli 2014). Zwanzig Jahre nach Beginn der Zählungen setzte für uns überraschend eine horizontale Verschiebung und vorübergehende Zweiteilung des Platzes ein, dann eine Wiedervereinigung und Verlagerung hangaufwärts, für einige Jahre auf die Moräne selbst und dann weiter den Hang hinauf. Seit 2009 befindet sich der Mittelpunkt des Balzplatzes auf dem Bergrücken des Härdernagrats (teilweise als «Hädernagrat», in Lüdi 1950 noch als «Twäre» bezeichnet) zwischen Hohfluh und Moosfluh. Damit ist das Zentrum des Balzplatzes um rund 120 Höhenmeter auf 2210 m angestiegen, und es hat sich in Luftliniendistanz um etwa 250 m verschoben (Abb. 6).

Kalkofen (Platz E): Dieser Platz liegt in einer Distanz von 1,3 km von Platz D auf einem Jungmoränenplateau, wo sich Reste eines alten Kalkofens befinden (2050 m). Der Platz ist unregelmässig besetzt, oft nur von einem Hahn, und Balzgruppen von 2–5 Hähnen wurden nur in einzelnen Jahren festgestellt (1970 5, 2002 4 Hähne, Tab. 2).

Moosfluh (Platz F): Diese Arena an der Nordseite der Moosfluh hat sich erst vor we-

nigen Jahren zu bilden begonnen, in einer Distanz von 0,8 km zu Platz E. Sie liegt im oberen Teil der Jungmoränen auf 2050 m (Abb. 7). Zwar haben schon zu Beginn unserer Zählungen immer wieder einzelne Hähne an wechselnden Stellen im oberen Teil des Moosfluh-Nordhangs gebalzt, aber noch 2007 verteilten sich die damals 8 Hähne einzeln in der Horizontalen über eine Strecke von mehr als 1 km. 2008 wurden 2 Hähne von etwa jener Stelle her gehört, wo wir im Jahr darauf den neu gebildeten Balzplatz Moosfluh entdeckten. Die Balzgruppe trifft sich hier seither Jahr für Jahr in einem lockeren Lärchenbestand.

2.1.3. Geschlechterverhältnis Birkhuhn

Das Geschlechterverhältnis des Birkhuhns zur Balzzeit ist nicht bekannt und kann durch Zählungen an den Arenen nicht ermittelt werden, weil die Hennen nur an wenigen Tagen hier erscheinen und sonst oft recht unauffällig sind. An vielen Vormittagen wurde überhaupt keine Henne festgestellt, aber zur Zeit der Hochbalz, wenn die Hennen an die Balzplätze kommen und auch Kopulationen stattfinden, können an einzelnen Morgen fast ebenso viele Hennen wie Hähne beobachtet werden, so z.B. 26 Hähne und 18 Hennen am 18. Mai 1991 (1,44 : 1) oder 18 Hähne und 13 Hennen am 27. Mai 1984 (1,38 : 1); in einzelnen Fällen überwiegen gar die Hennen, z.B. 22 Hähne und 24 Hennen am 13. Mai 1989 (0,92 : 1).

Hinweise auf das Geschlechterverhältnis geben Beobachtungen im Winter, wenn gelegentlich grosse Hennengruppen festgestellt werden, z.B. 3 Gruppen mit zusammen 24 Hennen am 18. Dezember 1982; in der folgenden Balzzeit (Mai 1983) wurde ein Bestand von 26 Hähnen ermittelt. Die Wahrscheinlichkeit, durch den Beobachter aus der Schlafhöhle im Schnee aufgescheucht zu werden, dürfte für beide Geschlechter gleich gross sein, sofern sich ihre Winteraufenthaltsgebiete nicht unterscheiden. H. R. Pauli und J. Zettel haben ab 1970/71, C. Marti ab 1980/81 in einigen Wintern Birkhühner mit Handnetzen aus ihren Schneehöhlen heraus gefangen, um sie zu beringen und ab 1980 auch um einzelne Hennen mit Sendern auszurüsten. Die 8 in den Wintern 1980/81 und 1981/82 telemetrierten Hennen hielten sich nicht in anderen Gebietsteilen auf als die Hähne (Marti 1985). In fünf Wintern wurden durch die Fangversuche 111 Hähne und 129 Hennen

Tab. 3. Geschlechterverhältnis beim Birkhuhn. Verglichen werden die zwischen Mitte Dezember und Ende März aus den Schlafhöhlen im Schnee aufgescheuchten Hähne und Hennen mit den in derselben Zeit derselben Jahre ausserhalb der Schlafhöhlen beobachteten Hühnern sowie mit den im folgenden Frühling (Mai und Juni) beobachteten Hühnern. Daten bis und mit Winter 1982/83 aus Marti & Pauli (1983), z.T. geringfügig korrigiert, Daten aus den beiden folgenden Wintern unpubl. – S*ex ratio of Black Grouse. «Fang oder aufgescheucht aus Schneehöhle» = grouse caught from or chased out of their snow burrows; «Beobachtungen im selben Winter» = individuals observed in the same period outside the burrows; «Balzzeitbeobachtungen im folgenden Frühling» = individuals observed during the courtship period of the following spring. «Verhältnis» = ratio.*

Winter	Datum der Fänge aus der Schneehöhle	Fang oder aufgescheucht aus Schneehöhle			Beobachtungen im selben Winter			Balzzeitbeobachtung im folgenden Frühling		
		♂	♀	Verhältnis	♂	♀	Verhältnis	♂	♀	Verhältnis
1977/78	18.3.–28.3.	11	7	1,57	8	6	1,33	271	63	4,30
1978/79	7.2.–20.2.	4	8	0,50	40	13	3,08	33	10	3,30
1980/81	15.12.–26.2.	31	13	2,38	92	55	1,67	61	10	6,10
1981/82	22.12.–28.2.	29	43	0,67	23	16	1,44	83	27	3,07
1982/83	27.12.–27.2.	36	58	0,62	24	16	1,50	63	10	6,30
1983/84	26.12.–26.2.	32	41	0,78	39	48	0,81	55	24	2,29
1984/85	5.1.–21.1.	6	1	6,00	28	12	2,33	38	13	2,92
Total		149	171	0,87	254	166	1,53	604	157	3,85

festgestellt (Marti & Pauli 1983). Das Verhältnis von 0,86 : 1 weicht statistisch nicht von einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis ab (95-%-Vertrauensintervall 0,67–1,11). In Tab. 3 sind zwei weitere Winter enthalten, und einzelne Zahlen aus der früheren Publikation sind leicht korrigiert. Das Geschlechterverhältnis unter den aus den Schlafhöhlen aufgescheuchten Hühnern ist über alle 7 Winter 149 Hähne zu 171 Hennen oder 0,87 : 1, die Hennen überwiegen also leicht, aber nicht signifikant (95-%-Vertrauensintervall 0,70–1,08). In derselben Zeitspanne der betreffenden Jahre wurde 254-mal ein Hahn und 166-mal eine Henne ausserhalb der Schneehöhle (meist beim Ruhen in Lärchen oder bei der Nahrungsaufnahme) beobachtet. Das Verhältnis von 1,53 : 1 (95-%-Vertrauensintervall 1,26–1,86) weicht signifikant von einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis ab. Im Frühling ist es noch stärker zu Gunsten der Hähne verschoben. An 40 Beobachtungsmorgen im Mai und Juni nach den ausgewerteten Wintern wurde 604-mal ein Hahn und 157-mal eine Henne beobachtet (3,85 : 1; 95-%-Vertrauensintervall 3,23–4,58). Obschon an den Zählungen also insgesamt viel mehr Hähne als Hennen festgestellt werden, kann von einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis ausgegangen werden.

2.2. Schneehuhn

2.2.1. Bestandsentwicklung

Lage und Abgrenzung: Die Schneehühner bewohnen zur Brutzeit die Nord- bzw. Nordnordwesthänge südlich des Gletschers von der Hohfluh an nordostwärts. Das Zählgebiet wird im Nordosten durch die Katzlöcher («Chatzulecher») begrenzt, eine steile Runse, die vom Grat auf etwa 2300 m am Fuss des Bettmerhorns bis zum Rand des Grossen Aletschgletschers (zurzeit knapp 2000 m) abfällt. Diese Grenze wurde aus praktischen Gründen gewählt, weil die anschliessenden, vom Schneehuhn ebenfalls besiedelten Nordhänge von Bettmer- und Eggishorn in schneereicheren Frühjahren nicht gefahrlos begehbar sind (Bossert 1977). Die Untersuchungsfläche ist somit der unterste, südwestlichste Zipfel eines kontinuierlichen Verbreitungsgebiets. Die Hähne verlassen das Zählgebiet ab Juli, meistens um den Schlüpfzeitpunkt der Küken herum, die Hennen folgen ihnen mit den Jungen. Sie stei-

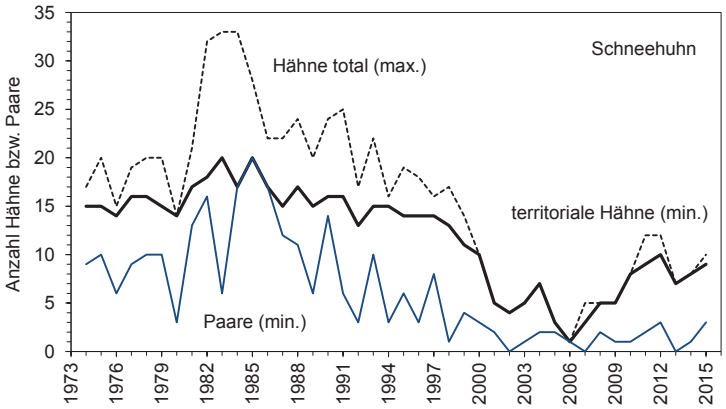

Abb. 8. Frühlingsbestand des Schneehuhns im Aletschgebiet (Hohfluh bis und mit Katzlöcher, ca. 4 km^2) 1974–2015. Dargestellt sind die Kurven für die Gesamtzahl aller Hähne (Maximalwert, gestrichelt), die Zahl der territorialen Hähne (durchgezogene schwarze Linie, Mitte) und der Paare (blaue Linie, unten). – *Spring number of Rock Ptarmigan in the Aletsch region (from the Hohfluh to the Katzlöcher region) 1974–2015. Total number of cocks (maximum, dotted line), number of territorial cocks (minimum, solid line) and number of pairs (minimum, blue line).*

Tab. 4. Schneehuhnbestand im Aletschgebiet. Anzahl der territorialen Hähne, Gesamtzahl der Hähne und Anzahl Paare bzw. Hennen im Frühling. Herbst: In einzelnen Jahren fanden ausserhalb der angegebenen Zähldaten weitere Beobachtungsgänge statt, deren Ergebnisse mitberücksichtigt sind. – *Rock Ptarmigan population in the Aletsch region. Date of first and last census, additional observation days, number of territorial cocks, total number of cocks and number of pairs in spring. Autumn: Date of the main censuses and total number of cocks, hens and undetermined individuals.*

Jahr	Zähldaten Frühling	Zähl-morgen	Hähne territorial	Hähne total	Paare (Hennen)	Zähldaten Herbst	Zähl-morgen	Hähne	Hennen	unbestimmt
1973						2.–3.11.	2	16	10	
1974	1.4.–15.6.	15 +2	15	17	9	9.–10.10.	2	17	6	
1975	5.4.–23.6.	18 +4	15	20	10	23.–25.10.	3	15	7	
1976	9.5.–12.6.	3	14	15	6	11.–13.10.	3	18–19		
1977	22.4.–28.6.	17 +1	16	19	9	11.–13.11.	3	17–18	2–3	
1978	23.4.–17.6.	4 +1	16	20	10	4.–6.11.	3	13–15		
1979	20.5.	1 +1	15	20	10	10.–11.11.	2	21–24	11	
1980	31.5.–2.6.	3 +1	14	14	3	8.–9.11.	2	25–26	14	4
1981	12.4.–1.6.	5 +1	17	21	13	14.–15.11.	2	25–27	20	
1982	6.6.	1 +1	18	32	16	5.–7.11.	3	38	29	
1983	22.–29.5.	4 +3	20	30–33	6	3.–5.12.	3	20	1	
1984	19.5.–11.6.	4	17	33	17	3.–5.11.	3	26–29	1	
1985	5.4.–1.6.	16 +1	20	27–28	20	16.–17.11.	2	32–33	29	
1986	7.–15.6.	3	17	21–22	17	14.–16.11.	3	22–25	12	
1987	13.–14.6.	2	15	22	12–13	13.–15.11.	3	23–24	10–11	2
1988	4.–5.6.	2	17	24	11	5.–6.11.	2	10–11	2	
1989	20.–21.5.	2	15	20	6	11.–12.11.	2	22–25	19	
1990	20.5.	1 +1	16	24	14	10.–11.11.	2	21–22	4	
1991	1.–2.6.	2 +1	16	24–25	6					
1992	6.–7.6.	2	13	17	3	31.10./1.11.	2	18–19	9	
1993	27.4.–27.5.	6	15	21–22	10–11					
1994	24.5.–12.6.	2 +2	15	16	3					
1995	2.–3.6.	2 +3	14–15	17–19	6–8					
1996	23.–24.5.	2	14	18	3					
1997	24.–25.5.	2 +2	14	16	8–9					
1998	1.–30.5.	3 +2	13–14	13–17	1–3					
1999	31.5.–1.6.	2 +2	11–12	13–14	4–6					
2000	2.6.	1 +2	10	10	3					
2001	3.–4.6.	2 +2	5	5	2					
2002	26.5.	1 +2	4	4	0					
2003	29.–30.5.	2 +2	5	5	1					
2004	3.–5.6.	3 +2	7	7	2					
2005	21.–22.5.	2 +3	3	3	2					
2006	20.5.	1	1	1	1					
2007	18.–19.5.	2 +1	3	5	0					
2008	24.–25.5.	2	5	5	2					
2009	21.–22.5.	2 +1	5	5	1					
2010	20.–23.5.	4	8	8	1					
2011	21.–22.5.	2 +1	9	12	2					
2012	24.–25.5.	2 +1	10	12	3					
2013	31.5.	1	7	7	0					
2014	24.–25.5.	2	8	8	1					
2015	23.–24.5.	2	9–10	10	3					

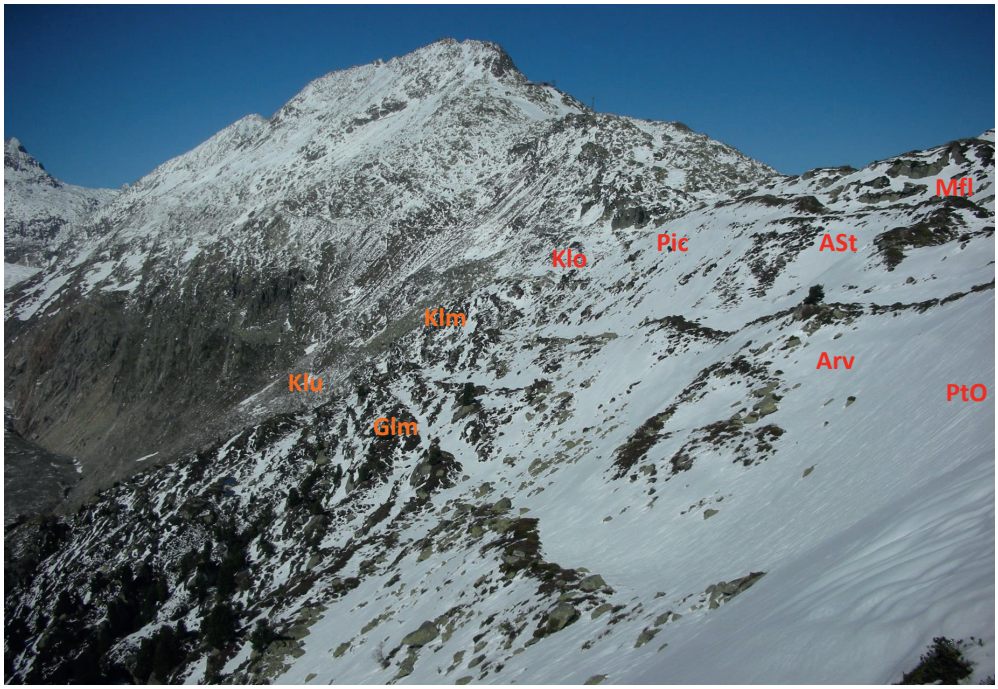

Abb. 9. Schematische Verteilung der Schneehuhnreviere am Nordhang der Moosfluh bis zu den Katzlöchern. Reviere bzw. analog bezeichnete Gebietsteile: Klu = Katzlöcher unten, Klm = Katzlöcher mitte, Klo = Katzlöcher oben, Glm = Gletschermarkierung, Pic = Picnicplatz, ASt = Alter Stafel, Arv = Arve, Mfl = Moosfluh, Pt0 = Punkt Null. Blick nach Nordosten auf Eggishorn (links) und Bettmerhorn (Mitte). Aufnahme 19. Mai 2007, C. Marti. – *Schematic distribution of Rock Ptarmigan territories on the northern slope of Moosfluh and in the Katzlöcher region. View to the north-east towards Eggishorn and Bettmerhorn.*

gen in die höher gelegenen Nordhänge an Bettmer- und Eggishorn auf und kommen erst mit dem Einschneien im Oktober oder November wieder in den von uns erfassten Teil des Brutgebiets herunter (Bossert 1980, Marti & Bossert 1985).

Meereshöhe: Zu Beginn der Untersuchung konnten Schneehühner noch regelmässig unten in den Katzlöchern bis zum Gletscherrand auf etwa 2000 m hinunter angetroffen werden, heute werden sie kaum mehr unterhalb von 2100 m beobachtet. Der höchste Punkt innerhalb der Untersuchungsfläche, die Moosfluh (2334 m), ist Zentrum eines ausser in den Jahren 2002 bis 2009 alljährlich besetzten Schneehuhnreviers.

Angrenzende Gebiete: Bettmer- und Eggishorn im Nordosten sind sowohl auf der Nordwest- als auch auf der Südostflanke flächendeckend besiedelt. Dies belegten eine Gesamtzählung 1976 (Bossert 1977) bis zum Märjelensee, einem Gletscherrandsee nordöstlich des Eggishorns, und Zählungen, die wir seit 2009 jährlich auf einer neuen Probefläche am Südwestgrat des Bettmerhorns durchführen (Isler & Bossert 2015); sie grenzt an das Untersuchungsgebiet der hier vorgestellten Studie an.

Frühlingsbestand (Tab. 4, Abb. 8): Der Schneehuhnbestand war bis 1979 bei etwa 15 Hähnen recht stabil, stieg dann an und erreichte mit 20 territorialen Hähnen (1983 und 1985) und insgesamt 32 bzw. 33 Hähnen (1982–1984) einen Höchststand. In mehreren «Revieren» bzw. Gebietsteilen waren zusätzliche Hähne oder gar Paare anwesend (Abb. 11). Der anschliessende Rückgang verstärkte sich nach

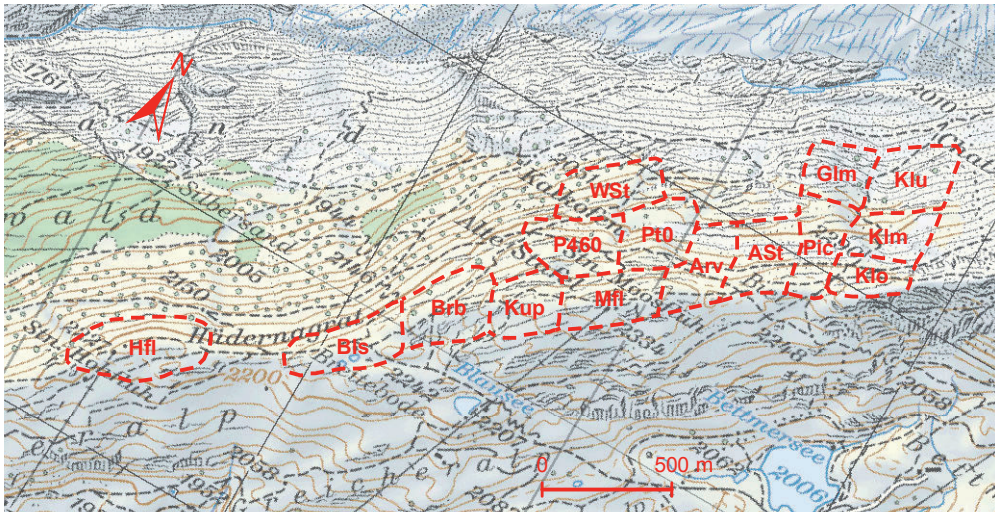

Abb. 10. Karte der regelmässig besetzten Schneehuhnreviere bzw. der entsprechend bezeichneten Gebietsteile. Hfl = Hohfluh, Bls = Blausee, Brb = Breitenboden, Kup = Kuppe, P460 = Punkt 460, WSt = Wetterstation, Mfl = Moosfluh, Pt0 = Punkt Null, Arv = Arve, ASt = Alter Stafel, Pic = Picnicplatz, Glm = Gletschermarkierung, Klo = Katzlöcher oben, Klm = Katzlöcher mitte, Klu = Katzlöcher unten. Grundkarte reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BAT160011). – *Map of regularly occupied Rock Ptarmigan territories.*

1997, und bereits 10 Jahre später, 2006, wurde nur noch ein einziger Hahn gefunden. Seither hat sich der Bestand wieder etwas erholt, auf 7–10 Hähne in den letzten 6 Jahren.

Fläche und Siedlungsdichte: Für das Untersuchungsgebiet wurde zu Beginn eine Fläche von 4 km² angegeben (Bossert et al. 1983), was damals zu Siedlungsdichten von 4,7 territorialen Hähnen/km² bzw. 3,2 Paaren/km² führte (Bossert 1980). Zur Brutzeit werden heute nur noch 1,5 km² genutzt, woraus sich Dichten von mindestens 10 Hähnen/km² und

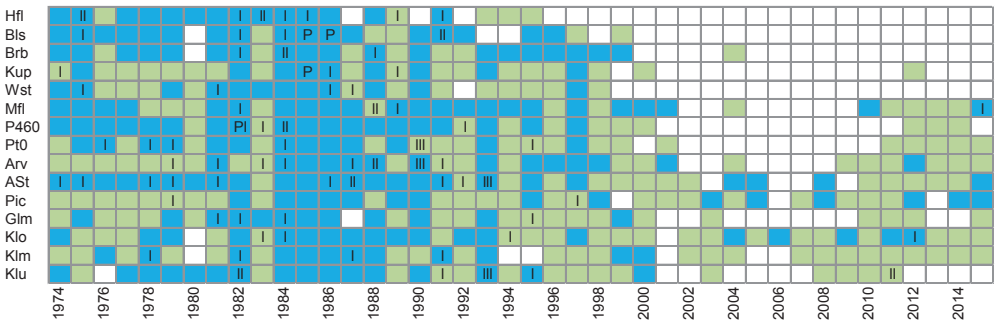

Abb. 11. Besetzung der am regelmässigsten besetzten Schneehuhnreviere bzw. Gebietsteile 1974–2015. Blau = Paar, hellgrün = Hahn. P = zusätzliches Paar, I = zusätzlicher Hahn. Die Anordnung entspricht von oben nach unten etwa der Reihenfolge der Revieraufgabe. Abkürzungen der Reviernamen s. Abb. 10. – *Occupation of the most regularly used Rock Ptarmigan territories from 1974 to 2015. Blue = pair, green = cock. P = additional pair, I = additional cock. The arrangement of the territories follows more or less the sequence of abandonment of the territory. For territory names see Fig. 10.*

6,6 Paaren/km^2 errechnen (Bossert 1995). Im Rahmen des aktuellen Zählprogramms wird die Fläche auf 2 km^2 geschätzt (Isler & Bossert 2015), da die seit mehreren Jahren nicht mehr besiedelten Teile des Untersuchungsgebiets nicht mehr mitgerechnet werden.

Herbstbestand: Die Ergebnisse der Herbstzählungen variierten von Jahr zu Jahr sehr stark und hingen wesentlich davon ab, ob die idealen Termine getroffen wurden und ob die manchmal sehr grossen Wintertrupps gefunden werden konnten (Tab. 4). Der Einfluss des Einschneiens kann an den Daten von 1976 gezeigt werden: Vor den ersten grösseren Schneefällen vom 12. Oktober wurden an der Nordseite der Moosfluh nur ein Dreiertrupp und ein einzelner Hahn beobachtet. Am 13. Oktober waren es bereits 4–6 Hähne, und vom 25. bis 27. Oktober konnten bei winterlichen Verhältnissen 18–19 Hähne verteilt auf alle Reviere festgestellt werden; nur jenes an der Hohfluh war nicht besetzt. Ein grosser Trupp mit 9 Hähnen und 20 Hennen wurde am 6. November 1982 in Gletschernähe unten in den Katzlöchern angetroffen. In einzelnen Jahren wurden keine Hennen gefunden, und hin und wieder konnte das Geschlecht von nur kurz gesehenen Vögeln nicht bestimmt werden. Ein Zusammenhang des Herbstbestands mit dem nachfolgenden Frühlingsbestand wurde nicht ersichtlich, weshalb die Herbstzählungen nach 1992 nicht weitergeführt wurden.

2.2.2. Verschiebung der Verbreitung

Die Aufgabe der Schneehuhnreviere setzte im Südwesten des Untersuchungsgebiets ein: 1995 war das Revier Hohfluh, 1998 jenes bei der ehemaligen ETH-Wetterstation im unteren Hangbereich der Moosfluh letztmals besetzt (Abb. 10, 11). Seit 2000 ist auch der Breitenboden, der Gratrücken zwischen Härdernagrat und dem Südwestgrat der Moosfluh (mit den Revieren «Breitenboden» und «Blausee»), nicht mehr besiedelt. Anschliessend wurden die Reviere auf der Moosfluh und ihren oberen Hangteilen («Kuppe») aufgegeben, aber ab etwa 2008 allmählich teilweise wieder besiedelt. Durchgehend besetzt war nur der obere Teil der Katzlöcher.

2.2.3. Geschlechterverhältnis Schneehuhn

Wie beim Birkhuhn lässt sich auch beim Schneehuhn zur Balzzeit wenig zum Geschlechterverhältnis aussagen. Ob die Hennen bei den Zählungen gefunden werden, hängt stark von den Beobachtungsbedingungen, dem Zeitpunkt bzw. Stand der Verpaarungen und schliesslich vom Suchaufwand ab. Im Frühling 1985, als intensive Beobachtungen der einzelnen Hühner zur Dokumentation des Mauserverlaufs gemacht wurden (Bossert 2006), konnte bei jedem der 20 territorialen Hähne eine Henne gefunden werden. Unter Berücksichtigung der 7–8 zusätzlichen Hähne betrug das Geschlechterverhältnis damals also 1,4 : 1; für die ersten Jahre wurde es auf 1,5 : 1 geschätzt (Bossert 1980).

Bei den Herbstzählungen (1973–1990 und 1992) variierte nicht nur die Zahl der festgestellten Hühner, sondern auch der Anteil der Hennen sehr stark (Tab. 4). 1981 fanden wir 25–27 Hähne und 20 Hennen (Bossert et al. 1983), was einem Geschlechterverhältnis von etwa 1,3 : 1 entspricht.

3. Diskussion

3.1. Methodische Fragen

Die hier vorgestellten Zählreihen gehören wohl zu den längsten im Alpenraum. In der Schweiz haben einige mittlerweile ebenfalls sehr langfristige Zählprogramme etwas nach dem unseren eingesetzt, für das Birkhuhn z.B. im Tessin 1981 (9 Flächen, Zbinden & Salvioni 2003), im Gebiet Eigental-Mittaggüpfi (Kantone Luzern und Nidwalden) 1989 (C. Marti unveröff.), auf der Lombachalp ob Habkern (Kanton Bern) 1990 (Ingold 2008, Ingold et al. 2008) und im Kanton Graubünden 1991 (Schmid & Jenny 2012). Für das Schneehuhn gibt es Zählprogramme im Tessin seit 1991 (5 Flächen; N. Zbinden pers. Mitt.), im Kanton Graubünden seit 1994 mit zu Beginn 4, seit dem Jahr 2000 jeweils 12–15 Testflächen (Jenny, http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/ajf/aktuelles/Newsdokumente/5_Niederjagd_HJ_11.pdf, Stand 27.1.2016), und für beide Arten ein landesweites Erfassungsprogramm seit 1994.

Tab. 5. Anteil des Gesamtbestands, der in einzelnen Zählungen erhoben wurde. – *Proportion of the total number of Black Grouse and Rock Ptarmigan recorded in the individual censuses.*

	Birkhähne		Schneehähne	
	n Jahre	Anteil (%)	n Jahre	Anteil (%)
1. Zählung	35	88,0	28	65,0
2. Zählung	35	96,3	28	76,9
1. und 2. Zählung zusammen	35	98,0	28	91,4
2. Zählung höher als 1. Zählung	23		17	
3. Zählung	17	93,7	5	75,6
1.–3. Zählung zusammen	4	100,0	5	94,5
3. Zählung höher als bisheriges Maximum	6		3	
4. Zählung	3	84,8		
4. Zählung höher als bisheriges Maximum	0			
Niedrigste Zählung des Jahres	35	83,1	28	56,9

3.1.1. Erfassungsgenauigkeit, Einfach- und Mehrfachzählungen

Im Aletschgebiet, wo wir Birk- und Schneehühner jedes Jahr an mindestens zwei Tagen zählen, wird der Bestand möglicherweise vollständiger erfasst als in anderen Gebieten mit nur einer Erhebung pro Jahr. Um die Auswirkungen der Mehrfachzählungen auf die Erfassungsgenauigkeit zu prüfen, vergleichen wir die von uns ermittelten Bestände im Folgenden mit den Ergebnissen einzelner Zähltage.

Birkhuhn: Für die folgende Auswertung werden nur die 42 Jahre mit Synchronzählungen (1973 und 1975–2015) berücksichtigt. In 35 von ihnen konnten mindestens zwei Zählungen im ganzen Gebiet realisiert werden, in 17 Jahren waren es mindestens 3 und in 3 Jahren mindestens 4 Zählungen (Tab. 5). Nach der ersten Zählung erreichte das Ergebnis im Mittel aller Jahre 88 % des Maximalwerts des betreffenden Jahres, nach der zweiten Zählung 98 %. Die zweite Zählung lieferte in mehr als der Hälfte der Jahre einen höheren Wert als die erste; die dritte Zählung erbrachte nur noch ausnahmsweise den Jahreshöchstwert. Wäre zufälligerweise in jedem Jahr die Zählung mit dem kleinsten Ergebnis gewertet worden, hätte der ermittelte Bestand 83 % des Maximalwerts betragen. P. Ingold (briefl.) hat mit seiner Gruppe auf der Lombachalp (Kanton Bern) in vier Jahren Doppelzählungen durchgeführt und jeweils praktisch identische Ergebnisse erhalten (z.B. 1992 am 10. Mai 58, am 30. Mai 60 Hähne) und deshalb in den folgenden Jahren auf die Wiederholung der Zählung verzichtet.

Schneehuhn: Für diese Auswertung (Tab. 5) werden die 28 Jahre seit 1983 berücksichtigt, weil in den früheren Jahren z.T. über längere Zeit beobachtet wurde. Nach der Erfassung der rufenden Hähne von den festgelegten Beobachtungsstandorten aus wird das Gebiet intensiv abgesucht. So können von Tag zu Tag Lücken geschlossen werden. Da sich Schneehähne einzeln in den Revieren aufhalten, sind sie schwieriger zu erfassen als die in Gruppen balzenden Birkhähne, und dementsprechend schwanken die Tagesergebnisse stärker. Nach der ersten Zählung eines Jahres waren im Mittel 65 %, nach der zweiten Zählung 91 % des Bestands an Hähnen erfasst. Auch nach drei Zählungen wurde der Maximalwert des betreffenden Jahres noch nicht ganz erreicht, weil in einzelnen Brutperioden auch nach den Zählungen zusätzliche Hähne nachgewiesen werden konnten.

3.1.2. Aktivitätsbeginn des Birkhuhns

Der Zeitpunkt des morgendlichen Balzbeginns verlagert sich von etwa 5.00–5.15 h Anfang Mai (Abb. 3) auf etwa 4.15–4.30 h Ende Mai

(gelegentlich ab 4.00 h, frühestens 3.52 h), also um etwa 1 h. Diese Vorverschiebung ist grösser als jene des Sonnenaufgangs; diese beträgt von Anfang bis Ende Mai etwa 40 min (Sonnenaufgangszeiten für Bern: am 1. Mai 6.14 h, am 1. Juni 5.39 h, am 19. Juni um 5.34 h; www.sonnenuntergang-sonnenaufgang.info, Stand 22. Juni 2015). Ende Mai kann im Aletschgebiet mit einem Balzbeginn zwischen 70–85 min vor Sonnenaufgang gerechnet werden. Die Birkhähne erscheinen also bei immer geringerer Helligkeit auf dem Balzplatz, so als wollten sie vor den Konkurrenten da sein. Nach der Hochbalz mit der grössten Präsenz der Hennen verschieben sich die frühesten Aktivitätsanfänge bis Mitte Juni wieder Richtung Sonnenaufgang.

Der Aktivitätsbeginn wird von der Helligkeit beeinflusst (Hjorth 1968; Übersicht s. Glutz von Blotzheim et al. 1973). Dies zeigt sich auch daran, dass die Birkhähne bei bedecktem Himmel oder Niederschlag später auf dem Balzplatz erscheinen als bei klarem Himmel oder gar Mondschein. Die Klassierung der Ergebnisse in Abb. 3 ist allerdings rein qualitativ; es wurden keine Helligkeitsmessungen gemacht. Ausserdem erscheinen die Hähne auf grossen Balzplätzen früher als auf kleinen (Glutz von Blotzheim et al. 1973). An 58 von 81 Morgen, an denen der Aktivitätsbeginn auf mindestens 2 Balzplätzen registriert wurde, war er am traditionell grössten Balzplatz «Weidenhang» am frühesten.

Bei Erhebungen im Gebiet Eigental-Mittaggüpfi in 25 Jahren zwischen dem 11. Mai und dem 13. Juni wurden sehr ähnliche Anfangszeiten gefunden (24 Zählungen ab 1990, Balzbeginn am 11. Mai 2015 um 4.58 h, frühester Balzbeginn am 30. Mai 2004 um 4.15 h und am 16. Juni 2002 um 4.30 h, C. Marti). Auch eine Auswertung der Daten von N. Zbinden (unveröff.) von 148 Zähl-Morgen vor allem aus dem 2. und 3. Mai-Drittel der Jahre 1981–2015 in verschiedenen Regionen des Kantons Tessin bestätigt dieses Bild: Der früheste Balzbeginn wurde am 25. Mai 2014 um 4.04 h registriert. Ende Mai beginnt die Balz ab etwa 4.10 h, wobei sich der Aktivitätsanfang an jedem Datum um bis zu ¾ h verzögern kann. Barelli (1972) rechnete für die Tessiner Alpen im ersten Juni-Drittel mit einem frühesten Balzbeginn zwischen 3.45 und 4.15 h (umgerechnet in Mitteleuropäische Sommerzeit), gibt aber keine konkreten Beobachtungsdaten an.

Wir haben nur wenige publizierte Angaben zur zeitlichen Lage des Balzbeginns aus den Alpen gefunden: Bei Cervières in den französischen Alpen wurde der Aktivitätsbeginn des Birkhuhns im Frühling 1980 an 52 Morgen registriert. Anfang April lag er um 6.30 h, dann kamen die Birkhähne kontinuierlich früher auf den Balzplatz, von Ende Mai bis Mitte Juni meist kurz nach 5.00 h (Pré 1981). Dies ist gut eine halbe Stunde später als im Jagdbanngebiet Frêtes (Haute-Savoie, Frankreich), wo sonst aber in den 3 Frühjahren 1978–1980 ähnliche Muster registriert wurden (Magnani & Landry 1981). Dass die Balzaktivität im Aletschwald noch früher beginnt, kann nicht mit dem unterschiedlichen Sonnenstand erklärt werden, liegen doch alle genannten Gebiete auf etwa derselben geografischen Länge.

3.1.3. Aktivitätsbeginn des Schneehuhns

Der Aktivitätsanfang des Schneehuhns verändert sich im Verlauf von Mai und Juni viel weniger als jener des Birkhuhns. Da Schneehähne Reviere besetzen, besteht kein Vorteil im frühen Aktivitätsbeginn, anders als beim Birkhuhn mit der Arenabalz. Die Aktivität beginnt in unserem Untersuchungsgebiet Ende Mai zwischen 4.25 und 4.40 h und damit etwa 60–75 min vor Sonnenaufgang. Anfang Mai werden Schneehähne etwas eher aktiv als Birkhähne, im letzten Mai-Drittel dagegen treffen die Birkhähne früher am Balzplatz ein als die Schneehähne zu rufen beginnen.

Zum Aktivitätsbeginn des Schneehuhns sind uns noch weniger publizierte Daten bekannt als zu jenem des Birkhuhns: Am Augstmatthorn (Kanton Bern) setzte die Rufaktivität zwischen dem 18. Mai und dem 2. Juni 1989 ganz ähnlich wie in unserem Gebiet frühestens 1¼ h vor Sonnenaufgang ein (Huber & Ingold 1991). Im Nationalpark Nockberge (Österreich) wurden die ersten Rufe an 8 Zählmorgen zwischen dem 31. Mai und dem 1. Juli frühestens um 3.30 h, spätestens um 4.15 h registriert (Wöss & Zohmann 2004). An je einer Zählung in fünf

weiteren Gebieten der österreichischen Alpen begann die Rufaktivität zwischen dem 13. und dem 26. Juni an einem Morgen bereits wenige Minuten nach 3.00 h, sonst jeweils zwischen etwa 3.50 und 4.10 h (Nopp-Mayr & Zohmann 2008). Die frühesten Rufe wurden in den beiden österreichischen Gebieten also fast 1,5 h eher festgestellt als im Aletschgebiet, an den meisten Tagen war der Aktivitätsanfang etwa eine halbe Stunde früher als der übliche früheste Beginn in unserem Untersuchungsgebiet, also um etwa 4.00 statt um 4.30 h. Dies steht auch im Zusammenhang mit der östlicheren Lage dieser Gebiete innerhalb der Zeitzone. In Salzburg geht die Sonne am 1. Juni um 5.13 h auf, am längsten Tag um 5.08 h, also fast eine halbe Stunde früher als in Bern.

3.2. Bestandsveränderungen

3.2.1. Bestandsveränderung des Birkhuhns

Kanton Graubünden: Die Birkhähne werden seit 1991 auf 13 Hauptprobeflächen erfasst, später kamen weitere dazu (Schmid & Jenny 2012). Die Ergebnisse liegen zwischen etwa 225 Hähnen 1998 und etwa 380 Hähnen im Frühling 2004. Das Minimum in den Jahren 1998–2000 fällt zeitlich mit den tiefsten Werten im Aletschgebiet zusammen, doch erfolgte der anschliessende Bestandsanstieg im Aletschwald fast schlagartig, wogegen das Maximum in Graubünden erst 2004 erreicht wurde. Die Bestandsentwicklung verlief also nicht völlig parallel. In 16 der 31 Bündner Zählgebiete nahm der Bestand zu, in 5 Gebieten war er konstant und in 7 Gebieten nahm er ab (Schmid & Jenny 2012). Im Haupttestgebiet am Ofenpass im Schweizerischen Nationalpark ist der Bestand konstant (Haller et al. 2013).

Lombachalp (ob Habkern, Kanton Bern): Übereinstimmend mit der Bestandsentwicklung im Aletschgebiet wurden ein Bestandshoch am Anfang und ein Tief am Ende der Neunzigerjahre, dann wieder gute Bestände im ersten Jahrzehnt unseres Jahrtausends gefunden (Ingold 2008, Ingold et al. 2008).

Nordtessin: Die Zählflächen liegen geografisch sehr nahe am Aletschgebiet, so dass ähnliche Wettereinflüsse und damit eine parallele Bestandsentwicklung erwartet werden könnten. Tatsächlich wurde das Maximum innerhalb des Zeitraums von 1981 bis 2002 ebenfalls zu Beginn der Neunzigerjahre erreicht, das Minimum um die Jahrtausendwende; demgegenüber wurde im Zentral- und Südtessin über denselben Zeitraum hinweg ein deutlicher Rückgang festgestellt (Zbinden & Salvioni 2003).

3.2.2. Einzelhähne und Geschlechterverhältnis

Anteil von Einzelhähnen: Der Anteil von Hähnen, die nicht auf traditionellen Arenen oder allein auf einer solchen balzten, ist im Aletschgebiet mit 18 % sehr gering. Im Tessin balzten zwischen 1981 und 2002 mehr als die Hälfte der Hähne allein (41–67 %, im Mittel 51 %), wobei dieser Wert in Jahren nach gutem Fortpflanzungserfolg besonders gross war, weil viele vorjährige Hähne einzeln balzen (Zbinden & Salvioni 2003). Die mittlere Balzgruppengrösse im Tessin entsprach mit 1,5 Hähnen jener aus den Schwyzer Voralpen (Meile 1982).

Geschlechterverhältnis: Zählungen an Balzplätzen oder Beobachtungen von Birkhuhngruppen (z.B. Reichholf 2011) erlauben keine Schlüsse auf das Geschlechterverhältnis. Mit unseren Daten vergleichbare Zahlen von aus Schneehöhlen aufgescheuchten Birkhühnern geben Ellison et al. (1981) aus den französischen Alpen an: Im einen Gebiet (Cerveyrette) war das Geschlechterverhältnis zugunsten der Hähne verschoben, im Nachbargebiet (Blétonnet) zugunsten der Hennen. Da im ersten Gebiet im Frühling und Sommer mehr Hennen als Hähne angetroffen wurden, schlossen die Autoren, dass die Hennen den Winter im Nachbargebiet verbringen. Die Summe der aus Schneehöhlen aufgescheuchten Hähne und Hennen aus beiden Gebieten betrug 26 : 37; das Geschlechterverhältnis von 0,7 : 1 wich nicht statistisch signifikant von 1 : 1 ab (95-%-Vertrauensintervall 0,43–1,16). Genetische Analysemethoden sind eine neue Möglichkeit, das Geschlechterverhältnis zu ermitteln. In Tirol wurden in 24 Birkhuhn-Intensivuntersuchungsgebieten anhand der DNA im Kot 62 Hähne und 51 Hennen nachgewiesen (Lentner et al. 2013). Der Wert von 1,22 : 1 in diesem wenig intensiv

bejagten Gebiet schliesst ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis nicht aus (95-%-Vertrauensintervall 0,84–1,76).

3.2.3. Bestandsveränderung des Schneehuhns

Die Ergebnisse von 40 Zählflächen im Schweizer Alpenraum (Isler & Bossert 2015) zeigen insgesamt eine Abnahme von 13 % in 18 Jahren (1995–2012). Der Bestand entwickelte sich auf den einzelnen Flächen unterschiedlich (–50 % bis +6 %); das Fehlen synchroner Zu- und Abnahmen zeigt, dass die Schwankungen nicht mit einem Einflussfaktor allein erklärt werden können (Furrer et al. 2016).

Tessin: Auf den 5 Zählflächen schwankte der Bestand des Schneehuhns zwischen 1991 und 2002 nur wenig, ohne einen eindeutigen Trend zu zeigen (Zbinden & Salvioni 2003).

3.3. Einfluss des Sommerwetters

3.3.1. Birkhuhn und Sommerwetter

Im Tessin ist die Änderung des Bestandsindexes von Jahr zu Jahr mit der Nachwuchsrate im Vorjahr korreliert (Zbinden & Salvioni 2003). Sie wurde in der zweiten Augusthälfte und anfangs September mit Hilfe von Vorstehhunden erhoben. Die Nachwuchsrate hängt von der mittleren Juli-Temperatur ab (Zbinden 1987). Sie korreliert in allen Regionen des Kantons mit der Temperatur einer bestimmten Pentade während der Aufzuchtzeit, im Nordtessin mit jener für Pentade 41 (20.–24. Juli), im Zentraltessin für jene der Pentade 39 (10.–14. Juli) und im Südtessin mit jener der Pentade 37 (30. Juni – 4. Juli; Zbinden & Salvioni 2004).

Temperaturwerte der am nächsten beim Aletschgebiet gelegenen Messstation von MeteoSchweiz in Visp liegen seit 1980 vor. Die Bestandszahlen korrelieren nicht mit den Abweichungen des Juli-Monatsmittels im Vorjahr vom Mittelwert der Julitemperatur über alle 35 Jahre 1980–2014.

3.3.2. Schneehuhn und Sommerwetter

Der direkte Einfluss des Sommerwetters auf den Bruterfolg wurde im Aletschgebiet mit Einzelbeobachtungen belegt: Da die Küken in den ersten Lebenstagen die Körpertemperatur noch nicht selbstständig aufrechterhalten können, müssen sie von der Henne gewärmt (gehudert) werden. Bei tiefen Temperaturen und Niederschlägen ist daher die Zeit für die Nahrungsaufnahme eingeschränkt (Marti & Bossert 1985).

Ein Zusammenhang der Bestandsveränderungen mit der mittleren Julitemperatur des Vorjahrs wurde nicht gefunden. Dies war angesichts des starken Rückgangs und der anschliessenden teilweisen Erholung des Bestands auch nicht zu erwarten.

3.4. Klimaerwärmung

Die Klimaveränderung macht sich im Aletschgebiet vor allem im massiven Gletscherrückgang bemerkbar (Vergleichsfotos u.a. in Albrecht 1997, Kummer 2000).

3.4.1. Birkhuhn und Klimaveränderung

Beim Birkhuhnbestand wurde kein genereller Trend und damit auch keine direkte Abhängigkeit der Bestandsentwicklung von der Klimaerwärmung gefunden. Zwei Balzplätze (C und D) haben sich im Verlauf der Untersuchung nach oben verschoben. Umgekehrt hat sich der neue Balzplatz F weit unten im Hang gebildet, deutlich tiefer als die Standorte der Birkhähne, die in früheren Jahren jeweils einzeln am Nordhang der Moosfluh gebalzt hatten.

Im Gebiet Glaubenberg (Kanton Obwalden) wurde bei jährlichen Bestandserfassungen seit 1994 die Aufgabe des tiefstgelegenen Balzplatzes (1600 m ü.M.) und das Höherwandern des wichtigsten Balzplatzes im Gebiet von etwa 1650 auf 1800 m ü.M. beobachtet (C. Marti).

Ob und wie stark sich das Verbreitungsgebiet des Birkhuhns unter dem Einfluss der Klimaerwärmung in den Alpen nach oben verschieben und dadurch schrumpfen könnte, ist schwierig vorauszusagen (Zurell et al. 2012).

3.4.2. Schneehuhn und Klimaveränderung

Der Bestandsrückgang bis 2006 würde einen negativen Einfluss der Klimaerwärmung plau-

sibel erscheinen lassen, doch die seither beobachtete teilweise Erholung des Bestands ist mit Klimaschwankungen nicht erklärbar. Es sind auch nicht die am tiefsten gelegenen Reviere, die als erste aufgegeben wurden; der Rückgang ist von Südwesten, also vom Populationsrand aus nach Nordosten fortgeschritten. Die Wiederbesiedlung verlassener Gebietsteile hat am nächsten beim höher gelegenen Hauptverbreitungsgebiet begonnen. In diesem 2004 und regelmässig seit 2008 kontrollierten Gebiet vom Gratbereich über den Katzlöchern (2300 m) bis zur Seilbahnstation am Bettmerhorn (2647 m) hat sich der Schneehuhnbestand gegenüber der Situation von 1976 (Bossert 1977) nicht verändert; jeden Frühling werden hier bei guten Zählbedingungen 11–15 Hähne angetroffen (Isler & Bossert 2015).

Die Modelle von Revermann et al. (2012) sagen voraus, dass sich das potenzielle Habitat des Schneehuhns aufgrund einer um 3,9 °C erhöhten Durchschnittstemperatur während der Brutzeit um bis zu zwei Drittel verringern könnte und dass eine Verschiebung in Richtung der Berggipfel um bis zu 480 m erfolgen wird. Der klimabedingte Arealschwund bedroht das Schneehuhn nicht nur in den Alpen, sondern auch in Schottland und Südskandinavien (Huntley et al. 2007).

In einem Gebiet der Haute-Savoie (Frankreich) hat sich die Höhenverteilung der Neststandorte in den letzten 10 Jahren nicht verändert, wogegen die mittlere Höhe der Beobachtungen um fast 100 m angestiegen ist (Novoa et al. 2014). Auch die mittlere Höhe der von den Parkwächtern im Schweizerischen Nationalpark registrierten Schneehuhnbeobachtungen hat seit den Neunzigerjahren um 120 m zugenommen (Haller et al. 2013). Allerdings ist der Park im Jahr 2000 um das Hochplateau der Macun-Seen erweitert worden, so dass sich die Bezugsfläche verändert hat, und die Beobachtungen erfolgten in den Achtzigerjahren im Mittel um 60 m höher als im folgenden Jahrzehnt, doch ist die Stichprobe dafür gering.

Um zu prüfen, ob sich die Schneehühner oder die Beobachter Richtung Berggipfel verschoben haben, verglichen Pernollet et al. (2015) die Schneehuhnbeobachtungen mit allen Vogelbeobachtungen in der Datenbank der Schweizerischen Vogelwarte. In den südlichen und östlichen Alpen hat die Meereshöhe der Schneehuhnbeobachtungsorte in den letzten 29 Jahren pro Jahr um 8–11 m zugenommen, während die Höhe aller Vogelbeobachtungen in den südlichen Alpen nicht und in den nördlichen Alpen nur wenig anstieg. Somit kann das Höhersteigen des Schneehuhns in diesen Regionen nicht auf Beobachtereffekte zurückgeführt werden. Das Bild ist allerdings uneinheitlich, indem die Höhe der Schneehuhnbeobachtungen in den nördlichen Alpen nur wenig anstieg und in den westlichen Alpen gar abnahm.

Die sich im Spätsommer bildenden Trupps bevorzugen schattige Plätze (eigene Beob.). Bereits in der Brutzeit wählen die Hennen kleinräumig oft vor Sonne und Wind geschützte Plätze mit einem etwas kühleren Mikroklima als in der unmittelbaren Umgebung (Visinoni et al. 2015). An kalte, schneereiche Winter ist das Schneehuhn bestens angepasst, doch der Sommer dürfte mehr und mehr zur kritischen Zeit werden: Einerseits brauchen die Küken Wärme, andererseits darf es vor allem für die Hennen auch nicht zu heiss werden.

Ob sich die Höhenverbreitung von Vogelarten der alpinen Stufe klimabedingt tatsächlich schon verändert hat, ist schwierig nachzuweisen, weil andere Faktoren wie z.B. die Verschiebung der Waldgrenze mitberücksichtigt werden müssen (Chamberlain et al. 2012).

3.5. Waldentwicklung und Waldgrenze

Der Aletschwald war 1933 u.a. wegen der vorangegangenen starken Nutzung durch Holzschlag und Waldweide unter Schutz gestellt worden. Vollständige forstliche Erhebungen im Naturschutzgebiet 1942, 1962 und 1982 belegen die Wirkung der Nutzungsaufgabe: Stammzahl und Holzvolumen sind stark angestiegen; die Gesamtbaumzahl der Bäume nahm in 40 Jahren von 18 839 auf 61 471 zu (Albrecht 1997). Die Vollkluppierung wurde 2012 wiederholt. Seit 1982 stagniert die Zahl junger Bäume mit Brusthöhendurchmesser von unter 15 cm (Ballmer et al. 2014, Henkner et al. 2014).

Im Verlauf des Untersuchungszeitraums sind kleine Bäume, zu einem grossen Teil Arven,

Abb. 12. Balzender Birkhahn auf dem Härdernagrat, zwischen einer üppigen Arvenverjüngung. Die dicht stehenden jungen Arven machen das Gebiet für das Schneehuhn unbewohnbar, und beim Höherwerden reduzieren sie die Eignung als Birkhuhnbalzplatz. Aufnahme 31. Mai 2014, C. Marti. – *Displaying Black Grouse cock between young Arolla pine trees. Rock Ptarmigan give up territories with dense stands of young Arolla pines, and growing trees reduce the suitability of this hill ridge as Black Grouse lek.*

in den zu Beginn baumlosen Zwergstrauchgesellschaften über der Waldgrenze an der Nordwestflanke der Hohfluh und der Moosfluh aufgekommen und haben Höhen von 1–2 m erreicht (Abb. 12, 13). Die um 1970 noch kleinen einzelnen Arven in den Gletschertälchen an der Nordseite der Moosfluh (Abb. 3 in Bossert 1980 bzw. Abb. 14) und auf der Hangrippe nordöstlich der Katzlöcher sind zu stattlichen Bäumen herangewachsen, so dass der Eindruck eines lockeren Arvenwaldes entstanden ist (Abb. 15); Schneehuhnhabitat ist damit zu Birkhuhnlebensraum geworden. In den ursprünglich kaum bewachsenen oberen Teilen der Jungmoränen haben sich über grosse Strecken lockere Lärchenwälder gebildet. Schliesslich ist der eigentliche Lärchen-Arvenwald dichter geworden.

Die geschilderte Aufwärtsverschiebung der Waldgrenze, die Schliessung der Waldbestände an der Waldgrenze und das Aufwachsen von Einzelbäumen über der früheren Waldgrenze dürften eine Folge der Unterschutzstellung sein. Die Waldgrenze war (wie generell in den Alpen) durch Weidenutzung abgesenkt, der Waldbestand aufgelockert. Die natürliche Waldgrenze pendelt sich da ein, wo die Vegetationsperiode mindestens drei Monate dauert und wo die mittlere Temperatur in dieser Zeit mindestens 6,4 °C erreicht. Sie reagiert erst mit einer Verzögerung von mindestens 50 Jahren auf die Klimaerwärmung, wird langfristig aber ansteigen (Körner 2012).

3.6. Veränderung des Wildbestandes

Gämse: 1933, bei der Unterschutzstellung des Aletschwaldes, wurde der Bestand auf nur noch 10–20 Tiere geschätzt; 10 Jahre später wurden im ganzen Aletschgebiet schon rund 420 Gämsen gezählt (Albrecht 1997). Der Bestand stieg rasch so stark an, dass schon um 1960 Befürchtungen aufkamen, die Baumverjüngung könnte gefährdet sein (Bodenmann 1964, zit. in Albrecht 1997). Der Bestand wird aktuell auf etwa 150 Tiere geschätzt (L. Albrecht briefl.).

Rothirsch: Im Zuge der Ausbreitung im Oberwallis haben Rothirsche nach 1970 auch den Aletschwald erreicht. Der Bestand wuchs stark an, und bald wurde vermutet, die zahlreichen Rothirsche könnten eine Gefahr für die Erhaltung des Aletschwaldes darstellen (z.B. Albrecht 1989, 1995). Seit Ende der Achtzigerjahre wird der Hirschbestand auch im Reservat bei Sonderjagden reduziert. Um 1995 wurde er im Aletschwald einschliesslich des «Teiffe Wald» (total ca. 4 km^2) auf 80–100 Tiere geschätzt (Albrecht 1997). Zählungen durch das Team des Pro Natura Zentrums Aletsch jeweils Ende August im Aletschwald und im angrenzenden Riederhorngebiet ergaben für die Jahre 2002–2014 im Mittel 145 (69–214) Hirsche (Standardabweichung 36, ohne Trend in diesen 13 Jahren). Das Schutzgebiet selbst wird von den Rothirschen nur als Sommereinstand genutzt.

Abb. 13. Einzelne aufkommende Arven im obersten Teil der Moosfluh-Nordwestflanke, einem zurzeit noch besiedelten Schneehuhnrevier. Aufnahme 24. Mai 2015, C. Marti. – *Single Arolla pines on the uppermost part of the northern slope of Moosfluh. Rock Ptarmigan still use this part of the study area as a territory.*

Die Huftierbestände könnten die Waldentwicklung beeinflusst und die Bewaldung der Jungmoränen sowie das Höhersteigen der Waldgrenze gebremst haben, doch war dies nicht Gegenstand unserer Untersuchung.

3.7. Prädation

Zur Prädation liegen so wenige Beobachtungen vor, dass keine Aussage über die Bedeutung von Beutegreifern möglich ist.

Birkhuhn: Einige Federn einer telemetrierten Henne und der Sender wurden am 20. Juni 1982 in einer Felsspalte auf einem Felsband im Übergangsbereich vom Lärchen-Arvenwald zum subalpinen Fichtenwald gefunden; vermutlich war sie einem Steinmarder *Martes foina* zum Opfer gefallen (Marti 1985). Am 19. Mai 1997 schlug ein Steinadler *Aquila chrysaetos* um 5.25 h auf dem Balzplatz «Weidenhang» vor den Augen von H. R. Pauli einen der 10 dort in grösseren gegenseitigen Abständen balzenden Birkhähne und trug ihn davon. Füchse *Vulpes vulpes* wurden mehrfach auf einem Balzplatz oder in dessen unmittelbaren Umgebung gesehen, aber ein Angriff auf einen Birkhahn wurde dabei nie beobachtet.

Schneehuhn: Am 27. August 1980 sprang ein Hermelin *Mustela erminea* am Eggishorn über Felsbänder hinunter auf einen ruhig sitzenden Hahn, der jedoch nach kurzem Kampf entkommen konnte (Marti & Bossert 1985).

3.8. Störungen

3.8.1. Birkhuhn und Störungen

Die Arenen liegen oft an übersichtlichen Stellen auf Bergkuppen und Graten, wo die Hähne von weit her sicht- und hörbar sind. Dies sind auch die idealen Standorte für die Bergstationen von Wintersportanlagen (Meile 1982).

Das Verschwinden der grossen Balzgruppe auf der Riederfurka wird mit der Errichtung des Skilifts 1968 in Verbindung gebracht (u.a. Pauli 1974, Marti & Pauli 1983). Allerdings sind die Angaben zur Anzahl balzender Hähne Ende der Sechzigerjahre widersprüchlich (Kap. 2.1.2), und der Rückgang hat schon vor dem Skiliftbau eingesetzt.

Aus ihren Schlafhöhlen im Schnee experimentell aufgescheuchte Birkhühner hatten im Kot deutlich erhöhte Konzentrationen der Abbauprodukte des Stresshormons Corticosteron (Arlettaz et al. 2007, 2015), allerdings nur dann, wenn ihre Stressbelastung vor dem Versuch gering war. Die Energieverluste durch die erzwungene Flucht wurden dadurch kompensiert, dass die folgende Periode der Nahrungsaufnahme verlängert wurde (Arlettaz et al. 2015). Der Vergleich von Zählergebnissen aus 15 ungestörten und 15 vom Wintersport beeinflussten Zählgebieten in den Walliser und Waadtländer Alpen ergab einen Zusammenhang zwischen Birkhuhnvorkommen und Wintersporteinrichtungen (Patthey et al. 2008); unter Berücksichtigung von Lebensraum-

eigenschaften waren die Birkhahndichten in Gebieten mit Skiliften 36 % niedriger als in vergleichbaren ungestörten Gebieten.

Der Aletschwald ist im Sommerhalbjahr (ab etwa Juni bis Ende Oktober) ein sehr beliebtes und vielbegangenes Wandergebiet. Zur Hauptbalzzeit in der zweiten Mai-Hälfte liegt in den meisten Jahren noch so viel Schnee, dass sich nur wenige Touristen tagsüber ins Gebiet begeben. Hin und wieder können einzelne allerdings schon am frühen Morgen in unmittelbarer Nähe der Balzplätze auftauchen. Möglicherweise trägt der jahrzehntelange Jagdschutz dazu bei, dass die Fluchtdistanz der Birkhühner relativ gering ist. Deshalb und wegen des Wegegebots im Reservat können sie das Gebiet trotz des hohen Besucheraufkommens nutzen.

Abb. 14. Tiefer gelegene Teile des Moosfluh-Nordhangs am 18. April 1975, als sie noch vom Schneehuhn besiedelt wurden. Auch wenn der Aufnahmestandort nicht genau jenem für Abb. 15 entspricht, lässt sich daran doch die Entwicklung des Baumbestands in den letzten 35 Jahren erkennen. Aufnahme A. Bossert (aus Bossert 1980). – *Lower parts of the northern slope of Moosfluh on 18 April 1975. At the beginning of our study, this area with single trees was used by Ptarmigan. From Bossert (1980).*

3.8.2. Schneehuhn und Störungen

Die Fluchtdistanz der Schneehühner ist meist deutlich kleiner als jene des Birkhuhns, doch darf daraus nicht geschlossen werden, dass sie nicht auf Störungen reagieren würden. Brütende Hennen verlassen das Nest zwar sogar dann nicht, wenn Beobachter sehr nahe kommen. Die Herzfrequenz sinkt aber von 150–200 auf 75 Schläge pro Minute ab (Ingold et al. 1992). Die Umgebung der Sesselbahn-Bergstation Moosfluh wird nach einer Pause seit 2010 wieder jährlich als Revier genutzt, und im Mai 2015 war trotz massiver Beeinträchtigung durch Bauarbeiten neben dem Paar ein zusätzlicher Hahn anwesend.

3.9. Schlussfolgerungen

Das Aletschgebiet ist in verschiedener Hinsicht ein Spezialfall, beispielsweise in der starken Waldentwicklung als Folge der Unterschutzstellung, durch die intensive touristische Nutzung im Sommerhalbjahr und das weitgehende Betreteverbot im Winter, durch das grossräumige Jagdverbot und die grossen Bestände von Gämse und Rothirsch.

Ausser der hier vorliegenden Untersuchung befasst sich unseres Wissens nur eine weitere Studie gleichzeitig mit Birk- und Schneehuhn. Slotta-Bachmayr & Winding (1994) folgern aus den Ergebnissen einer Revierkartierung in den Hohen Tauern, dass sich die Lebensräume beider Arten an der oberen Waldgrenze berühren, aber nicht überlappen.

Um ähnliche Bestandserfassungen im ganzen schweizerischen Alpenraum zu ermöglichen, führten wir im Aletschgebiet mit Unterstützung des Bundesamts für Umwelt (BAFU) im Mai 1993 einen Kurs für die Wildhüter der eidgenössischen Jagdbanngebiete durch (Bossert 1995). Anschliessend wurde in Zusammenarbeit mit den kantonalen Jagdfachstellen eine repräsentative Auswahl von Probeflächen festgelegt. Seit 1994 koordiniert A. Bossert mit Kollegen und Nachfolgern (M. Reitze, R. Isler) in einem privaten Umweltberatungsbüro diese Zählungen. Aktuell sind es 52 Birkhuhn- und 31 Schneehuhn-Zählflächen. Die Ergebnisse der aktuell 12 Schneehuhn- und der 29 Birkhuhn-Zählflächen des Kantons Graubünden werden uns jeweils für die Berechnung des Bestandsindexes zur Verfügung gestellt (Isler & Bossert 2015). Die Daten aus dem gesamtschweizerischen Programm sind eine wesentliche Grundlage zur jährlichen Berechnung des Swiss Bird Index SBI® der Schweizerischen Vogelwarte (Zbinden et al. 2005).

Abb. 15. Untere Teile der Moosfluh-Nordhänge. In den vom Gletscher geschliffenen Tälchen sind die Arven, die zu Beginn der Untersuchung in den Siebzigerjahren erst maximal 1–2 m hoch waren, zu stattlichen Bäumen herangewachsen. Damit ist diese Region vom Schneehuhn- zum Birkhuhnlebensraum geworden. Am Horizont oben links Moosfluh, in der Bildmitte das Zentrum des Reviers Punkt Null, rechts Revier Wetterstation. Aufnahme 23. Mai 2010, C. Marti. – *Lower parts of the northern slope of Moosfluh. The Arolla pines grew markedly between the start of our study at the beginning of the seventies and the present. These parts of the study area changed from Rock Ptarmigan to Black Grouse habitat.*

Birkhuhnbalzplätze und gute Schneehuhnbeobachtungsmöglichkeiten werden sehr oft vertraulich behandelt. Wir haben hier offen über unsere Ergebnisse berichtet. Wir halten dies auch deshalb für vertretbar, weil das Pro Natura Zentrum Aletsch jeweils im Juni Birkhahnweekends mit Exkursionen zu den Balzplätzen veranstaltet, weil balzende Birkhähne vom Zentrum in der Villa Cassel aus beobachtet werden können und weil mit guten Informationstafeln im Gelände über das Birkhuhn, seine Gefährdung und seinen Schutz informiert wird. Dennoch weisen wir die Leserinnen und Leser dieses Beitrags darauf hin, dass das Gebiet vor der Schneeschmelze nur auf dem Moränenweg betreten werden darf und erwarten von allen, dass sie die Ungestörtheit der Birkhuhnbalzplätze respektieren.

Die vorliegende Arbeit zeigt auch die Bedeutung sehr langfristiger Zählreihen. Nach den ersten 20 Jahren hätten wir mit dem Verschwinden des Birkhuhns gerechnet und den Schneehuhnbestand für stabil gehalten. Die Verdoppelung der Zahl balzender Birkhähne von 1988 auf 1990 kam für uns sehr überraschend. Erst die lange Datenreihe lässt erkennen, dass der Birkhuhnbestand langfristig trotz starker Schwankungen bisher keinen Trend zeigt. Ebenso unerwartet war die markante und rasche Verschiebung von Balzplätzen. Die Abnahme des Schneehuhnbestands nach dem Maximum von 1985 schien uns erklärbar; aber dass nach dem Tiefststand von nur noch einem besetzten Revier 2006 eine Bestandserholung einsetzen würde, hätten wir vor gut 10 Jahren nicht für möglich gehalten. Über die Ursachen dafür können wir nur Vermutungen anstellen. Schon allein deswegen werden wir die Bestandskontrollen auch in den kommenden Jahren weiterführen.

Dank. Urs N. Glutz von Blotzheim hat vor langer Zeit unsere Abschlussarbeiten an der Universität Bern angeregt und begleitet und damit den Anstoss zur vorliegenden langfristigen Untersuchung gegeben. Die Leiter des Pro Natura Zentrums Aletsch (Ueli Halder, Peter Luder und Laudo Albrecht) haben uns die Wildhüterhütte auf der Riederfurka oder das Chalet Cassel als Unterkunft zur Verfügung gestellt. Ganz herzlich danken wir auch den fast unzähligen Zählerinnen und Zählern, von denen wir hier jene nennen, die in drei und mehr Jahren mitgewirkt haben. Bei den Birkhuhnzählungen waren es Gusti Gisler (17 Jahre), Sonja Altorfer Pauli und Elisabeth Hofmann-Marti (je 15 Jahre), Hansruedi Batzli (10 Jahre) sowie Danielle Pauli, Michael Pauli, Christa Marti, Walter Marti, Ursula Baumhoer-Marti und Peter Dick, bei den Schneehuhnzählungen Fritz Niederhauser (22 Jahre), Hansjakob Baumgartner, Martin Bossert, Lisbeth Braun, Res Isler, Walter Luini, Matthias Reitze, Gregor Wittwer und Madeleine Kröpfli. Laudo Albrecht, Urs N. Glutz von Blotzheim und Niklaus Zbinden haben das Manuskript gelesen und uns zusätzliche Daten zur Verfügung gestellt. Weitere Korrekturen und Kommentare verdanken wir Res Isler und Lukas Jenni. Sehr hilfreich waren die Gutachten von Ursula Nopp-Mayr und Reinhard Lentner. Verena Keller hat die englischen Texte korrigiert, Fränzi Korner-Nievergelt und Michael Schaub berieten uns in statistischen Fragen, Gilberto Pasinelli beschaffte die Wetterdaten, und Gabriele Hilke erstellte die Reinzeichnung der Karte der Schneehuhnreviere. Wir danken allen ganz herzlich.

Zusammenfassung

Im Aletschgebiet (Kanton Wallis) werden die Birkhähne im Frühling auf ihren Balzplätzen und die Alpenschneehühner in ihren Revieren gezählt, wenn möglich während 2–3 Morgenaktivitäten. Auf einer Fläche von etwa 5 km^2 schwankt der Frühjahrsbestand an Birkhähnen seit 1970 ohne erkennbaren Trend zwischen einem Minimum von 13 Hähnen in den Jahren 1998 und 2000 und einem Maximum von 38 Hähnen in den Jahren 1990 und 1993. Dagegen ist der Bestand des Alpenschneehuhns in einem angrenzenden Gebiet von 17 Hähnen zu Beginn der Zählungen 1974 bis 1983 und 1984 auf ein Maximum von 33 Hähnen angestiegen und dann mit Schwankungen auf nur noch einen Hahn im Jahr 2006 zurückgegangen. Seither hat er sich auf 7–10 Hähne erholt. Die vom Schneehuhn besiedelte Fläche ist damit von etwa 4 auf 2 km^2 zurückgegangen. Der Rückgang des Schneehuhnbestands und die Schrumpfung seines Verbreitungsgebiets könnten teilweise mit der Klimaerwärmung zusammenhängen. Vor allem in den tiefer gelegenen Teilen des Gebiets dürften das Aufkommen von Arven und anderen Bäumen ausschlaggebend für die Revieraufgabe gewesen sein. Die Balzplätze des Birkhuhns haben sich im Verlauf der Untersuchungszeit verlagert: Der grösste Platz hat sich hangaufwärts um etwa 120 Höhenmeter auf 2210 m ü.M. über die örtliche Waldgrenze hinauf verschoben. Ein neuer Birkhuhnbalzplatz hat sich in einem Gebietsteil gebildet, der vom Schneehuhn geräumt worden ist, und ein ehemaliger Balzplatz ist verwaist. Wie beim Schneehuhn dürfte die höher und dichter werdende Vegetation für diese Verlagerungen verantwortlich sein. Die Resultate zeigen auch die Bedeutung langfristiger Zählprogramme.

Literatur

Albrecht, L. (1989): Einfluss hoher Rothirschbestände auf das Naturreservat Aletschwald. Bull. Murithienne 107: 21–34.

Albrecht, L. (1991): Forschung im Reservat Aletschwald – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. S. 59–69 in: B. Nievergelt & T. Scheurer (Hrsg.): Forschung in Naturreservaten: interdisziplinäres Symposium zur 75-Jahr-Feier des Schweizerischen Nationalparkes. Publikationen der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften 4. Univ.-Verl. Freiburg (Schweiz).

Albrecht, L. (1995): Das Reservat Aletschwald. Ornithol. Beob. 92: 97–110.

Albrecht, L. (1997): Aletsch – eine Landschaft erzählt. Die Reichtümer der Natur im Wallis Bd. 4. Ed. Pillet, Martigny.

Arlettaz, R., S. Nusslé, M. Baltic, P. Vogel, R. Palme, S. Jenni-Eiermann, P. Patthey & M. Genoud (2015): Disturbance of wildlife by outdoor winter recreation: allostatic stress response and altered activity-energy budgets. Ecol. Appl. 25: 1197–1212.

Arlettaz, R., P. Patthey, M. Baltic, T. Leu, M. Schaub, R. Palme & S. Jenni-Eiermann (2007): Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. Proc. R. Soc. B 274: 1219–1224.

Arnold, P. (1974): Riederalp. Verkehrsverein Riederalp.

Ballmer, I., C. Heiri, R. Brücker, R. Tinner, J. Wunder & P. Brang (2014): Auswertung der Vollkluppierung 2012 im Naturwaldreservat Aletschwald: aktueller Zustand und Bestandesdynamik seit 1962. WSL Berichte H. 15.

Barelli, M. (1972): Le parate nuziali dei fagiani di monte. Nostro paese 24: 243–253

Beutler, R. & A. Gerth (2015): Naturerbe der Schweiz: die Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung. Haupt, Bern.

Bossert, A. (1977): Bestandesaufnahme am Alpenschneehuhn *Lagopus mutus* im Aletschgebiet. Ornithol. Beob. 74: 95–98.

Bossert, A. (1980): Winterökologie des Alpenschneehuhns (*Lagopus mutus* Montin) im Aletschgebiet, Schweizer Alpen. Ornithol. Beob. 77: 121–166.

Bossert, A. (1990): Bestand und Wintermauser des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus helveticus* im Aletschgebiet Wallis/Zentralalpen. Monticola Bd. 6, Nr. 68: 150–154.

Bossert, A. (1995): Bestand und Habitatnutzung des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* im Aletschgebiet (Schweizer Alpen). Ornithol. Beob. 92: 307–314.

Bossert, A. (2006): Verlauf der Wintermauser des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* im Aletschgebiet, Schweizer Alpen. Ornithol. Beob. 103: 159–173.

Bossert, A., C. Marti & F. Niederhauser (1983): Zur Bestandsentwicklung des Alpenschneehuhns (*Lagopus mutus* Montin) im Aletschgebiet (Zentralalpen) von 1973–1983. Bull. Murithienne 101: 39–49.

Chamberlain, D., R. Arlettaz, E. Caprio, R. Maggini, P. Pedrini, A. Rolando & N. Zbinden (2012): The altitudinal frontier in avian climate research. Ibis 154: 205–209.

Ellison, L. N., Y. Magnani & R. Corti (1981): Comparaison entre une population chassée et trois populations non chassées de Tétras lyre dans les alpes françaises. Bull. mens. off. natl. chasse, no. sci. et techn. déc. 1981: 227–242.

Furrer, M. & R. Kernen (2009): Situationsanalyse der Erholungsnutzung im Naturschutzgebiet Aletschwald. Bachelor-Thesis ZHAW Wädenswil.

Furrer, R., M. Schaub, A. Bossert, R. Isler, H. Jenny, T. Jonas, C. Marti & L. Jenni (2016): Variable decline of Alpine Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in Switzerland between regions and sites. J. Ornithol. (DOI 10.1007/s10336-016-1324-8).

Glutz von Blotzheim, U. N. (1985): Rauhfusshühner. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Glutz von Blotzheim, U. N., K. M. Bauer & E. Bezzel (1973): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 5, Galliformes und Gruiformes. Akad. Verl.-Ges., Frankfurt a.M.

Halder, U. (1976): Aletsch: eine naturkundliche Einführung. Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel.

Haller, H., A. Eisenhut & R. Haller (2013): Atlas des Schweizerischen Nationalparks: die ersten 100 Jahre. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 99/I. Haupt, Bern.

Henkner, J., C. Heiri, R. Tinner, J. Wunder & P. Brang (2014): Auswertung der Stichprobeninventur 2012 im Naturwaldreservat Aletschwald. WSL Berichte H. 16.

Hjorth, I. (1968): Significance of light in the initiation of morning display of the Black Grouse (*Lyrurus tetrix* L.). Viltrevy 5: 39–94.

Huber, B. & P. Ingold (1991): Bestand und Verteilung der Territorien des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* am Augstmatthorn BE. Ornithol. Beob. 88: 1–7.

Huntley, B., R. E. Green, Y. C. Collingham & S. G. Willis (2007): A climatic atlas of European breeding birds. Lynx, Barcelona.

Ingold, P. (2005). Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere: Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier. Haupt, Bern.

Ingold, P. (Koord.) (2008): Natur- und Kulturlandschaft Lombachalp Habkern: Führer zu den Beobachtungswegen. Einwohnergemeinde Habkern.

Ingold, P., A. Boldt, C. Gnägi, R. Hofmann & A. Zurbuchen (2008): Natur- und Kulturlandschaft Lombachalp Habkern: von Mooren, Steinböcken, Kühen und Schneeschuhwanderern. Jahrring 2008, Rub Graf Lehmann, Bern.

Ingold, P., B. Huber, B. Mainini, H. Marbacher, P. Neuhaus, A. Rawyler, M. Roth, R. Schnidrig & R. Zeller (1992): Freizeitaktivitäten – ein gravierendes Problem für Tiere? Ornithol. Beob. 89: 205–216.

Isler, R. & A. Bossert (2015): Alpenschneehuhn- und Birkhuhn-Bestandsaufnahmen 2014 in ausgewählten Gebieten der Schweizer Alpen. KBP Bern. Unveröff. Bericht.

Keller, V., A. Gerber, H. Schmid, B. Volet & N. Zbinden (2010): Rote Liste Brutvögel: gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach. Umwelt-Vollzug Nr. 1019.

Klaus, S., H.-H. Bergmann, C. Marti, F. Müller, O. A. Vitovič & J. Wiesner (1990): Die Birkhühner *Tetrao tetrix* und *T. mlokosiewiczi*. Neue Brehm-Bücherei Bd. 397. Ziemsen, Wittenberg-Lutherstadt.

Körner, C. (2012): Alpine treelines: functional ecology of the global high elevation tree limits. Springer, Basel.

Kummer, E. (2000): Erinnern Sie sich: Aletsch. Rotten Verlag, Visp.

Lentner, R., F. Lehne, S. Vallant, A. Masoner & J. Walde (2013): Raufusshühner-Monitoring in Tirol, Referenzgebiet 2 Zentralalpen-West (Oberland), Monitoring 2012 mit Vergleich der Ergebnisse 2011 aus Referenzgebiet 1 (Nördliche Kalkalpen), Abschlussbericht. Typoskript.

Liniger, T. (2014): Dynamik der touristischen Entwicklung, deren Treiber und Auswirkungen in den Gemeinden Riederalp und Bettmeralp. Masterarb. Univ. Bern.

Luder, P. (1983): 50 Jahre Reservat Aletschwald. Bull. Murithienne 101: 3–8.

Lüdi, W. (1946): Der Waldbrand vom Jahre 1944 im Aletschwald bei Brig (Wallis). Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel in Zürich für das Jahr 1945: 98–106.

Lüdi, W. (1950): Die Pflanzenwelt des Aletschwald-Reservates bei Brig (Wallis). Bull. Murithienne 67: 122–178.

Magnani, Y. & P. Landry (1981): Analyse de l'activité de chant des Tétras lyres mâles (*Lyrurus tetrix*): recherche d'applications pour leur dénombrement. Bull. mens. off. natl. chasse, no. sci. et techn. déc. 1981: 213–226.

Marti, C. (1985): Unterschiede in der Winterökologie von Hahn und Henne des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im Aletschgebiet (Zentralalpen). Ornithol.

Beob. 82: 1–30.

Marti, C. & A. Bossert (1985): Beobachtungen zur Sommeraktivität und Brutbiologie des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* im Aletschgebiet (Wallis). Ornithol. Beob. 82: 153–168.

Marti, C. & C. Breitenmoser-Würsten (1997): Die Arbeitsgruppe Ornitho-Ökologie an der Universität Bern. Ornithol. Beob. 94: 289–294.

Marti, C. & H.-R. Pauli (1983): Bestand und Altersstruktur der Birkhuhnpopulation im Reservat Aletschwald (Aletschgebiet, VS). Bull. Murithienne 101: 23–38.

Meile, P. (1982): Wintersportanlagen in alpinen Lebensräumen des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*). Veröff. Univ. Innsbruck 135.

Müller, E. (1944): Der Brand in den Riederhorn- und Aletschwäldern. Schweizer Naturschutz 10, H. 4/5: 72–77.

Nopp-Mayr, U. & M. Zohmann (2008): Spring densities and calling activities of Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in the Austrian Alps. J. Ornithol. 149: 135–139.

Novoa, C., J.-F. Desmet, B. Muffat-Joly, M. Arvin-Bérod, E. Belleau, C. Birck & I. Losinger (2014): Le Lagopède alpin en Haute-Savoie: biologie des populations et impact des activités humaines. ONCFS/Asters/GRIFEM.

Patthey, P., S. Wirthner, N. Signorell & R. Arlettaz (2008): Impact of outdoor winter sports on the abundance of a key indicator species of alpine ecosystems. J. appl. Ecol. 45: 1704–1711.

Pauli, H.-R. (1974): Zur Winterökologie des Birkhuhns *Tetrao tetrix* L. in den Schweizer Alpen. Ornithol. Beob. 71: 247–278.

Pernollet, C. A., F. Korner-Nievergelt & L. Jenni (2015): Regional changes in the elevational distribution of the Alpine Rock Ptarmigan *Lagopus muta helvetica* in Switzerland. Ibis 157: 823–836.

Pré, M. (1981): Etude du chant du Tétras lyre (*Lyrurus tetrix*) à Cervières (Hautes-Alpes) au cours du printemps 1980. Bull. mens. off. natl. chasse, no. sci. et techn. déc. 1981: 185–212.

Reichholf, J. H. (2011): Der Ursprung der Schönheit: Darwins grösstes Dilemma. Beck, München.

Renevey, B. (1984a): Evaluation ornitho-écologique du paysage de la région d'Aletsch. Fachbeitr. Schweiz. MAB-Information Nr. 20, Bern.

Renevey, B. (1984b): Etude qualitative et quantitative de l'avifaune dans une région touristique en montagne: l'Aletsch (Valais). Nos Oiseaux 37: 261–283.

Revermann, R., H. Schmid, N. Zbinden, R. Spaar & B. Schröder (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. J. Ornithol. 153: 891–905.

Richard, J.-L. (1968): Les groupements végétaux de la réserve d'Aletsch (Valais, Suisse). Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 51.

Rotelli, L. (2014): I miglioramenti ambientali degli ambienti riproduttivi del Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) sulle Alpi. Progetto Life + TEN. Provincia Autonoma di Trento.

Schmid, H., R. Luder, B. Naef-Daenzer, R. Graf & N. Zbinden (1998): Schweizer Brutvogelatlas: Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993–1996. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Schmid, M. & H. Jenny (2012): Das Birkhuhn: eine Charakterart fühlt sich wohl in Graubünden. Jber. nat.forsch. Ges. Graubünden 117: 55–68.

Slotta-Bachmayr, L. & N. Winding (1994): Bestand und Siedlungsdichte von Schnee- und Birkhuhn (*Lagopus mutus*, *Tetrao tetrix*) im Laufe der Vegetationsperiode im Wald- und Baumgrenzbereich (Hohe Tauern, Österreich). Ornithol. Beob. 91: 195–202.

Visinoni, L., C. A. Pernollet, J.-F. Desmet, F. Korner-Nievergelt & L. Jenni (2015): Microclimate and microhabitat selection by the Alpine Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) during summer. J. Ornithol. 156: 407–417.

Wöss, M. & M. Zohmann (2004): Bestandsaufnahme beim Alpenschneehuhn *Lagopus mutus* in einem Teilgebiet der Nationalparkregion Nockberge, Österreich. Ornithol. Beob. 101: 209–218.

Zbinden, N. (1985): Zur Verbreitung, Siedlungsdichte und Balzgruppengrösse des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im Tessin. Ornithol. Beob. 82: 107–115.

Zbinden, N. (1987): Zum Aufzuchterfolg des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im Tessin. Ornithol. Beob. 84: 49–61.

Zbinden, N. & M. Salvioni (2003): Verbreitung, Siedlungsdichte und Fortpflanzungserfolg des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im Tessin 1981–2002. Ornithol. Beob. 100: 211–226.

Zbinden, N. & M. Salvioni (2004): Bedeutung der Temperatur in der frühen Aufzuchtzeit für den Fortpflanzungserfolg des Birkhuhns *Tetrao tetrix* auf verschiedenen Höhenstufen im Tessin, Südschweiz. Ornithol. Beob. 101: 307–318.

Zbinden, N., H. Schmid, M. Kéry & V. Keller (2005): Swiss Bird Index SBI® – Kombinierte Indices für die Bestandsentwicklung von Artengruppen regelmässig brütender Vogelarten der Schweiz 1990–2004. Ornithol. Beob 102: 283–291.

Zettel, J. (1974): Nahrungsökologische Untersuchungen am Birkhuhn *Tetrao tetrix* in den Schweizer Alpen. Ornithol. Beob. 71: 186–246.

Zurell, D., G. Grimm, E. Rossmanith, N. Zbinden, N. E. Zimmermann & B. Schröder (2012): Uncertainty in predictions of range dynamics: black grouse climbing the Swiss Alps. Ecography 35: 590–603.

Manuskript eingegangen 31. August 2015
Bereinigte Fassung angenommen 24. November 2015