

Deutliche Rückgänge des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in den Bayerischen Alpen

Tobias Ludwig, Florian Bossert, Anton Kling,
Franz Weindl und Helmut Ellrott †

Significant declines in (Western) Capercaillie *Tetrao urogallus* numbers in the Bavarian Alps

The Bavarian Alps are home for the last remaining metapopulation of Capercaillie in Germany. However, little is known about the long-term development of Capercaillie numbers in the Bavarian Alps, as there exist only isolated estimates in terms of space and time. For the identification of a trend there is a lack of comparable quantitative parameters that were collected using a uniform method. In the present study, long-term data from the Bavarian Alps were brought together for the first time to answer the primary question about the long-term trend development of the Capercaillie population. We evaluated spring censuses from a total of seventy courtship sites from the Werdenfeller Land, the central Mangfallgebirge, and the transition between the eastern Mangfallgebirge and the western Chiemgau Alps over almost 40 years. The average trend across the three areas studied corresponded to a significant annual decline of 1.86 % (SE = 0.34 %) since 1985. It consisted of a stable phase over the first 25 years then a continuous annual decline of 6.57 % (SE = 1.14 %) since 2010. With over 10 % per year these losses were particularly severe in the Mangfallgebirge and its transition to the Chiemgau, where there was a significant difference between trends inside and outside special protection areas (SPA). For the Werdenfeller Land, annual declines of 5.19 % (SE = 3.14 %) have been visible only since 2016. The results coincide with many deserted courtship areas, so that after approx. 1.5 to 5 cocks per lek in 1985, lek densities of approx. 0.5 to 1 cock are currently recorded. Only in Werdenfeller Land an average of 1.6 cocks per arena can be expected. The results allow for the first time a long-term insight into the population development of the Capercaillie in central parts of the Bavarian Alps. They correspond to continuing declines in Capercaillie ranges elsewhere. Silvicultural changes associated with rising temperatures as the primary cause, but also strongly increasing recreational pressure on the last Capercaillie refuges are most likely related to the observed trends and are discussed.

Tobias Ludwig ✉, Ludwig Umweltmodellierung, Konstdammsvägen 7, 771 65 Ludvika, Schweden
E-Mail: tobias@online-ludwig.de

Florian Bossert, Wildtier Monitoring Bossert, Schulweg 2, 83679 Sachsenkam, Deutschland
E-Mail: florian.bossert@gmail.com

Einleitung

Alle vier Raufußhuhnarten stehen in Deutschland auf der Roten Liste und kommen sympatrisch nur noch in den Bayerischen Alpen vor. Rückgänge in den lokalen Populationen wurden dort teilweise bereits vor mehr als 30 Jahren dokumentiert (Schröder et al. 1982, Glänzer 1985) und halten bis in die heutige Zeit an (Segelbacher und Storch 2002, Gedeon et al. 2014). Bayern strebt den Erhalt

überlebensfähiger Raufußhuhnpopulationen durch die Verbesserung und Sicherung geeigneter Lebensräume im bayerischen Alpenraum an (LfU und LWF 2019). Gleichzeitig ist nur wenig über Populationsdichten und Entwicklungstrends in den einzelnen Regionen bekannt. Für die Umsetzung und Evaluierung eines Schutzkonzeptes sind daher nicht nur Aussagen zur Verbreitung und zum Potenzial des Lebensraumes, sondern auch zur Entwicklung der Bestände nötig.

Das Auerhuhn *Tetrao urogallus* ist in Bayern populationsbildend nur noch im Bayerischen Wald und in den Bayerischen Alpen verbreitet (Rödl et al. 2012). Wie andere Vorkommen in Mitteleuropa besiedelt die Art Lebensräume im nadelholzdominierten Bergwald bis zur oberen Baumgrenze, wobei Flächen mit eingestreuten Waldmooren den Primärlebensräumen im borealen Hauptverbreitungsgebiet am nächsten kommen (Klaus et al. 1989). Optimale Auerhuhnlebensräume sind daher weitestgehend auf lichte Altholzbestände und bodensaure Standorte in den Berglagen beschränkt (Klaus 1991, Storch 1993, Sachot et al. 2003, Bollmann et al. 2005). Dabei kommt einer hohen Krautschichtdeckung und speziell der Heidelbeere *Vaccinium myrtillus* eine besondere Bedeutung zu (Klaus et al. 1989, Storch 1993), da sie Deckung und Nahrung zu allen Jahreszeiten bietet und entscheidend für das Überleben der Auerhuhnküken ist (Storch 1994).

Fragmentierung erfahren die Populationen auf Landschaftsebene durch landwirtschaftlich genutzte und besiedelte Tallagen (Storch 1999, Segelbacher und Storch 2002). Störungen durch Freizeitaktivitäten vermindern die Tragkapazität in den Kernlebensräumen weiter (Thiel et al. 2008, Rösner et al. 2014, Moss et al. 2014). In der Konsequenz handelt es sich um zersplitterte, oft kleine und dadurch stark gefährdete Teilpopulationen (Storch 2007), die als Metapopulation mehr oder weniger genetisch in Kontakt stehen (Segelbacher et al. 2003). Wie die anderen drei Raufußhuhnarten wird das Auerhuhn daher als Art der Roten Liste und im Anhang der Europäischen Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EC) geführt (Fünfstück et al. 2003, Grüneberg et al. 2015). Als Basis für den Auerhuhnschutz in den Alpen gelten die Natura 2000 – Vogelschutzgebiete (Leitl 2009a). Darauf aufbauende Lebensraumkartierungen liefern Momentaufnahmen der Verbreitung und des Lebensraumpotenzials in Form von relativen Abundanzen und Habitategnungskarten (Leitl 2009b, Löffler und Lauterbach 2014). Über die langfristige Entwicklung der Auerhuhnbestände in den Bayerischen Alpen ist bisher jedoch wenig bekannt. Teils mündlich überlieferte Erfahrungen lokaler Akteure deuten auf Lebensraumverschlechterungen und Bestandsabnahmen hin, ohne diese jedoch genauer quantifizieren zu können. Angaben wie etwa 850 Hähne 1969/70 in Südbayern (Glutz von Blotzheim et al. 1994), 730 Hähne im oberbayerischen Alpenraum (Schröder et al. 1982), 400–600 balzende Hähne

(Bezzel et al. 2005) bzw. 500–800 Reviere (Gedeon et al. 2014) für die gesamten Bayerischen Alpen bieten dabei Anhaltspunkte, beruhen aber auf Schätzungen. Systematischer, durch vergleichende Kontrolle von 214 Balzplätzen, erfolgte der Nachweis des Rückgangs der Auerhuhnbestände in der Schweiz um 20–25 % zwischen 1985 und 2001 (Mollet et al. 2003).

Für eine Trenderkennung in den Bayerischen Alpen fehlen somit nicht nur räumlich vergleichbare quantitative Größen, sondern auch zwischen den Jahren vergleichbare Zahlen, die mit einheitlicher Methodik erhoben wurden, so wie es seit 1983 im Schwarzwald der Fall ist (Coppes et al. 2019). Für die Bayerischen Alpen könnten jährliche Balzplatzzählungen, die von lokalen Raufußhuhnexperten wiederkehrend über lange Zeiträume erhoben wurden, dahingehend Abhilfe schaffen. In der vorliegenden Untersuchung werden erstmalig entsprechende Daten aus den Bayerischen Alpen zusammengeführt, um die wesentlichen Fragen nach der langfristigen Trendentwicklung der Auerhuhnpopulation sowie nach gebietspezifischen Unterschieden beantworten zu können.

Methoden

Balzplatzzählungen. Die Alpen sind ein Hochgebirge, das in Süddeutschland Höhen zwischen 470 m (Saalachtal) und 2.962 m (Zugspitze) aufweist. Im bayerischen Teil der Alpen herrscht ein gemäßigtes und feuchtes Klima vor mit durchschnittlichen Jahrestemperaturen von 5 °C und mittleren Niederschlägen von 1.500–2.200 mm pro Jahr (Storch 2002). Langzeituntersuchungen an Balzplätzen fanden dort in Höhen zwischen 900 und 1.400 m ü. NN in drei Regionen in Oberbayern statt (Abb. 1): (1) im Werdenfelser Land (Landkreis Garmisch-Partenkirchen), (2) im zentralen Mangfallgebirge (Landkreis Miesbach) und (3) im Übergang zwischen östlichem Mangfallgebirge und den westlichen Chiemgauer Alpen (Landkreise Miesbach und Rosenheim). Die Anzahl balzender Hähne wurde in diesen drei Regionen durch Zählungen auf insgesamt 70 Balzplätzen nach gängigen Methodenstandards erhoben (Bibby et al. 2000). Der Großteil der von uns überprüften Balzplätze wurde mehrfach pro Saison kontrolliert, um Fehleinschätzungen zu vermeiden und den Balzhöhepunkt abschätzen zu können. Der Erfassungszeitraum erstreckte sich von der letzten Märzdekade (Vorbalz) bis zur

ersten Junidekade (Nachbalz), wobei die Hauptuntersuchungen meist zwischen dem 10. April und 10. Mai stattfanden (Hennenwoche: Ende April/Anfang Mai). Bei schwer zugänglichen Balzplätzen wurde aus einem Tarnzelt gezählt, welches mehrere Tage vor der Zählung aufgebaut und am frühen Vorabend der Zählung bezogen wurde, denn die Auerhähne treffen schon am späten Vorabend am Balzplatz ein und übernachten in den Bäumen rund um diesen. Ein Eintreffen der Beobachter direkt am Balzplatz während der Nacht würde von den Hähnen bemerkt werden und kann das Balzverhalten beeinflussen (Abrahams 2019). Bei Balzplätzen, die von größerer Distanz gut einsehbar/verhörbar waren, wurde spätestens zwei Stunden vor Sonnenaufgang ein Tarnschirm oder Bodensitz bezogen und frühestens eine Stunde, nachdem

der letzte Hahn verschwunden war, wieder verlassen. Die Beobachtungen fanden damit etwa zwischen 03:30 und 11:00 Uhr statt, wobei die Aktivität der Hähne meist zwischen 04:15 und 08:00 Uhr lag. Die Höhenlage bewegte sich zwischen 900 und 1.400 m, außer im Werdenfelser Land, wo keiner der Balzplätze unter 1.200 m lag.

Aus dem Werdenfelser Land lagen die Daten lückenlos vor, d. h. für jeden der 31 Balzplätze existierte ein Eintrag über einen Zeitraum von 27 Jahren (1995–2022). Diese Balzplätze (BP) verteilen sich auf die folgenden Gebirgstteile: Ammergebirge (9 BP), Estergebirge (6 BP), Karwendelgebirge (5 BP), Wettersteingebirge (11 BP) und lagen zu 51 % in Vogelschutzgebieten (Abb. 1). Im zentralen Mangfallgebirge wurden Daten an insgesamt 15 Balzplätzen erhoben, von denen sich drei in den westlichen Tegernseer

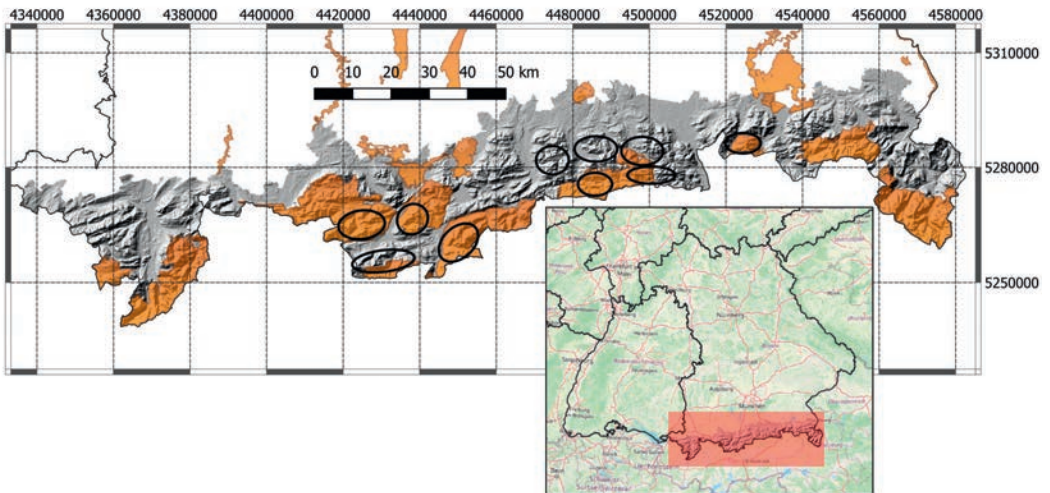


Abb. 1. Ungefähre Lage der untersuchten Gebirgstteile (schwarze Ellipsen) und Verteilung der bayerischen Vogelschutzgebiete (orange, Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de) in den Bayerischen Alpen (Koordinatenreferenzsystem: DHDN/3-degree Gauss-Kruger zone 4). Die drei Hauptregionen erstrecken sich von ca. $X = 4420000$ – 4460000 (Werdenfelser Land), $X = 4470000$ – 4500000 (zentrales Mangfallgebirge) und $X = 4500000$ – 4530000 (Übergang zwischen östlichem Mangfallgebirge und westlichen Chiemgauer Alpen). Die Übersichtskarte zeigt rot die Lage der Detailkarte in Bayern. – Approximate location of the mountain ranges examined (black ellipses) and distribution of the Bavarian bird protection areas (orange, data source: Bavarian State Office for the Environment, www.lfu.bayern.de) in the Bavarian Alps (coordinate reference system: DHDN/3-degree Gauss-Kruger area 4). The three main regions extend from about $X = 4420000$ – 4460000 (Werdenfelser Land), $X = 4470000$ – 4500000 (central Mangfallgebirge) and 4500000 – 4530000 (transition between the eastern Mangfallgebirge and western Chiemgau Alps). The inset map shows the location of the detailed map in Bavaria in red.

Bergen, fünf in den südlichen Schlierseer Bergen, drei im östlichen Mangfallgebirge und vier in den Flysch- und Vorbergen befanden. Die 24 Balzplätze im Übergang vom östlichen Mangfallgebirge zu den westlichen Chiemgauer Alpen verteilten sich auf die Inntalberge (10 BP), Prientalberge (3 BP), Wendelsteingebiet (6 BP), Traithen, Brunnsteingebiet (5 BP) und das Rotwandgebiet (1 BP) und lagen nur zu 13 % innerhalb von Vogelschutzgebieten. Die Daten des zentralen Mangfallgebirges und des Übergangs Mangfallgebirge Ost/Chiemgau West lagen lückig vor, d. h. es existierte durchschnittlich für jedes dritte Jahr ein Eintrag pro Balzplatz. Dafür deckten die Balzplatzzählungen aus diesen beiden Regionen einen sehr langen Zeitraum von 38 Jahren (1985–2022) ab. In den letzten vier Jahren der Untersuchung wurden die 15 Balzplätze des zentralen Mangfallgebirges, die etwa zu 25 % in Vogelschutzgebieten lagen, jährlich kontrolliert.

Statistische Auswertung. Als Auswertungsprogramm kam TRIM (TRends and Indices in Monitoring Data) zum Einsatz, implementiert im Package rtrim (Bogaart et al. 2016) unter Zuhilfenahme von R (R Core Team 2021). Basierend auf teilweise lückenhaften Zählungen wird TRIM zur Schätzung des Wachstums und des Rück-

gangs von Tierpopulationen verwendet. Die statistische Methode basiert auf loglinearer Poisson-Regression, die mit dem Umstand lückiger Daten umgehen kann (ter Braak et al. 1994). Dabei werden Jahres- und Ortseffekte sowie Überdispersion, d. h. die Abweichung der Varianz vom Mittelwert einer Poissonverteilung, und serielle, d. h. zeitliche Autokorrelation, berücksichtigt, um jährliche Indizes, Trends und ihre Standardfehler zu ermitteln (Pannekoek und Strien 2005).

Wir verwendeten durchgehend ein Modell, das neben Ortseffekten auch linear wechselnde Trends zulässt, die die Zu- bzw. Abnahmen in der Population am besten beschreiben. In allen Modellen wurden zudem Überdispersion und zeitliche Autokorrelation in Betracht gezogen, wenn die entsprechenden Werte über den von TRIM verwendeten Grenzwerten lagen. Die Trendanalysen erfolgten zunächst für den Gesamtzeitraum und anschließend für Abschnitte gleichartiger Trends (schrittweise linear). Zur Beurteilung der Modellgüte wurden der AIC (Akaike Information Criterion) sowie die Koeffizienten der Populationsveränderungen der beobachteten Zeitabschnitte und ihre Signifikanzen betrachtet. Des Weiteren wurden Einfluss und Signifikanz der Kovariaten „Region“ und „Vogelschutzgebiet“ getestet.

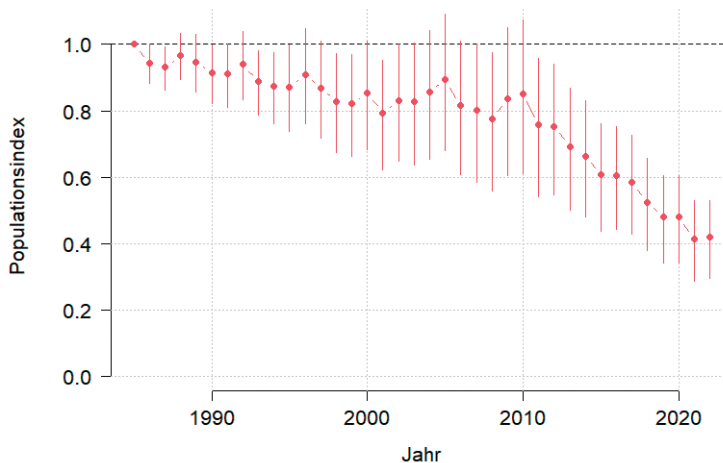


Abb. 2. Indizes der Populationsentwicklung des Auerhuhns (Bestand 1985 = 100 %) in den mittleren Bayerischen Alpen 1985–2021 mit 95 % Konfidenzintervallen (vertikale Linien). Die rote Kurve zeigt den Trend über alle Jahre und Teilpopulationen (-1,86 % pro Jahr; $p < 0,01$). – Indices of the population development of the Capercaillie (population 1985 = 100 %) in the central Bavarian Alps 1985–2021 with 95 % confidence intervals (vertical lines). The red curve shows the trend across all years and subpopulations (-1.86 % per year; $p < 0.01$).

Ergebnisse

Über den Gesamtzeitraum 1985–2022 ergab das allgemeine Modell mit den drei Gebirgsregionen Werdenfeller Land, dem Übergang Mangfallgebirge – Chiemgau und dem zentralen Mangfallgebirge eine jährliche Veränderung in der Population von $\beta = -1,86\%$ (SE = 0,34 %). Diese war mit $p < 0,01$ statistisch signifikant. Das Modell enthielt mit dem Ursprungsjahr der Untersuchung 1985 sowie dem Jahr 2010 zwei Zeitpunkte, ab denen ein Trend errechnet wurde. Es unterschied sich nicht signifikant von einem loglinearen Poisson-Modell (Chi-Quadrat = 481,3; df = 1269; $p = 1,0$; AIC = -1984) und erreichte damit eine gute Anpassung. Während bis etwa 2010 von einer weitgehend stabilen Gesamtpopulation ausgegangen werden kann ($\beta = -0,72\%$; SE = 0,54 %; $p = 0,19$), setzte ab diesem Jahr ein kontinuierlicher jährlicher Rückgang von $\beta = 6,57\%$ (SE = 1,14 %; $p < 0,01$) ein (Abb. 2). Die signifikante Kovariate „Region“ zeigte, dass sich die Populationstrends in den drei Gebirgsregionen nach 2010 unterschiedlich entwickelten ($p < 0,01$). Die Abnahmen im zentralen Mangfallgebirge und im Übergang zwischen östlichem Mangfallgebirge und den westlichen Chiemgauer Alpen lagen demnach mit $\beta = -10,34\%$ (SE = 2,24 %) bzw. $\beta = -11,16\%$ (SE = 3,06 %) pro Jahr ($p < 0,05$) deutlich über jener im Werdenfeller Land (Tab. 1). Dort lag die jährliche Populationsabnahme seit 2010 bei $\beta = -3,01\%$ (SE = 1,60 %),

war jedoch wie der starke Rückgang innerhalb des Zweijahreszeitraumes 2005–2007 ($\beta = -12,9\%$; SE = 7,2 %) nicht signifikant ($p = 0,43$). Gleiches gilt ab dem Jahr 2016, als ein Rückgang von ca. $\beta = -5,19\%$ (SE = 3,14 %) pro Jahr einsetzte (Tab. 1).

Über alle drei Regionen gab es keine signifikanten Unterschiede in der Trendentwicklung innerhalb und außerhalb von Vogelschutzgebieten ($p = 0,21$). Ein signifikanter Effekt der Kovariate „Vogelschutzgebiet“ trat jedoch bei ausschließlicher Betrachtung des zentralen Mangfallgebirges und des Übergangs zwischen östlichem Mangfallgebirge und westlichen Chiemgauer Alpen auf ($p < 0,01$). In dem Modell für diese beiden Regionen wurde deutlich, dass der negative Populationstrend der Balzplätze, die nicht im Vogelschutzgebiet lagen, ab 2010 mit $\beta = -13,24\%$ (SE = 1,99 %) deutlich größer war als jener von Balzplätzen innerhalb der Vogelschutzgebiete ($\beta = -1,98\%$; SE = 3,42 %).

Aus den Daten ließ sich die Entwicklung der Anzahl Auerhähne pro Balzplatz in den beobachteten Regionen schätzen (Abb. 3). Demnach war auf den 31 beobachteten Balzplätzen im Werdenfeller Land ein Rückgang von im Mittel 2,4 Auerhähnen (95 % Konfidenzintervall (CI): 1,9–2,9) auf 1,6 Hähne (95 % CI: 1,1–2,0) pro Balzplatz zu beobachten. Im zentralen Mangfallgebirge schrumpfte die Population von durchschnittlich 4,3 (95 % CI: 3,3–5,1) Hähnen pro Balzplatz zu Beginn der Beobachtungsperiode (1985) auf zuletzt 1,0 Hahn

Tab. 1. Jährliche Rückgangsraten in den drei Auerhuhn-Regionen mit den wichtigsten Phasen der Veränderung (von/bis). Die Koeffizienten jährlicher Veränderung (β) wurden aus TRIMs additiver Schreibweise errechnet und sind mit ihren Standardfehlern (SE β) angegeben. Der Rückgang im Werdenfeller Land seit 2016 ist nicht signifikant (n.s.). Im östlichen Mangfallgebirge/westlichen Chiemgauer Alpen und im zentralen Mangfallgebirge setzten die starken Rückgänge bereits 2010 ein. – *Annual rates of decline in the three Capercaillie regions with the most important phases of change. The coefficients of annual change (β) were calculated from TRIM's additive notation and are given with their standard errors (SE β). The decline in Werdenfeller Land since 2016 is not significant (n.s.). In the eastern Mangfall Mountains/western Chiemgau Alps and in the central Mangfall Mountains, the strong declines began in 2010.*

von	bis	Region	β [%]	SE β [%]	Populationstrend
1985	2010	Mangfallgebirge zentral	-0,43	0,77	Stabil
2010	2022	Mangfallgebirge zentral	-10,34	2,24	Starker Rückgang ($p < 0,05$)
1995	2016	Werdenfeller Land	-1,16	0,74	Stabil
2016	2021	Werdenfeller Land	-5,19	3,14	Rückgang ($p = 0,26$; n.s.)
1985	2010	Mangfall Ost/Chiemgau West	0,42	0,89	Stabil
2010	2018	Mangfall Ost/Chiemgau West	-11,16	3,06	Starker Rückgang ($p < 0,05$)

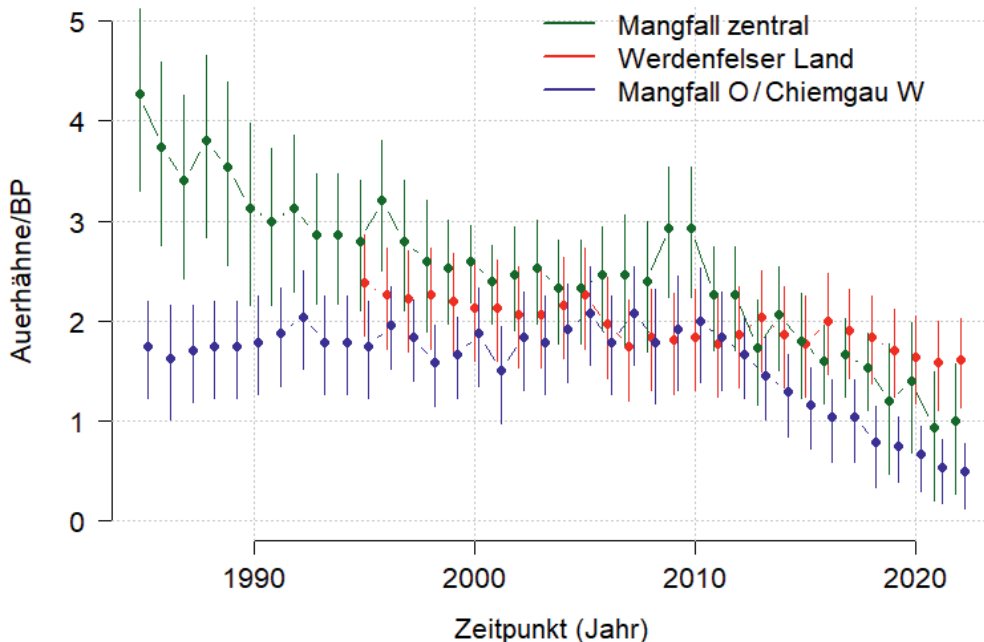


Abb. 3. Entwicklung der mittleren Anzahlen von Auerhähnen pro Balzplatz mit 95 %-Konfidenzintervallen (vertikale Linien) im Werdenfelser Land (Ammer-, Ester-, Karwendel- und Wettersteingebirge, rot) sowie seit 1985 im östlichen Mangfallgebirge / westlichen Chiemgauer Alpen (blau) und im zentralen Mangfallgebirge (grün). – Development of the mean numbers of Capercaillie males per courtship area with 95 % confidence intervals (vertical lines) in Werdenfelser Land (Ammer, Ester, Karwendel and Wetterstein mountains, red), since 1985 in the eastern Mangfall mountains / western Chiemgau Alps (blue), and in the central Mangfall Mountains (green).

pro Arena (95 % CI: 0,3–1,6). Auf den 24 untersuchten Balzplätzen im westlichen Mangfallgebirge und den östlichen Chiemgauer Alpen zeigte sich ein ähnliches Bild. Hier konnten sich von anfangs 1,9 Hähnen pro Balzplatz (95 % CI: 1,4–2,3) nur noch 0,5 (95 % CI: 0,2–0,8) halten (Abb. 3).

Diskussion

Die Ergebnisse der vereinigten Betrachtung von Balzplatzdaten aus dem Werdenfelser Land, dem Mangfallgebirge und dem Übergang zwischen Mangfallgebirge und Chiemgau erlauben erstmalig einen langfristigen Einblick in die Populationsentwicklung des Auerhuhns in größeren Teilen der Bayerischen Alpen. Sie bestätigen die bisherigen Eindrücke lokaler Akteure (Storch 2001) sowie für größere Bereiche der Alpen genetisch nachgewiesenen langfristigen Rückgänge in der Auerhuhn-Metapopulation (Storch und

Segelbacher 2000, Segelbacher und Storch 2002). Unsere Ergebnisse zeigen aber auch, dass sich diese Abnahmen seit 2010 deutlich verstärkt haben. Damit weisen sie ein ähnliches Muster wie der Trend der Auerhuhnpopulation im Schwarzwald auf (Coppes et al. 2019), ähneln interessanterweise aber auch jener des Haselhuhns im Böhmerwald (Klaus und Ludwig 2021).

Unsicherheiten ergeben sich hinsichtlich möglicher Doppelzählungen, da die Daten benachbarter Balzplätze nicht synchron erfasst wurden. Gegen Doppelzählungen sprechen jedoch die Balzplatztreue von Auerhähnen (Klaus et al. 1989, Klaus und Bergmann 2020) und die großflächige Abdeckung der untersuchten Gebirgsteile. Die ermittelten Dichten von 1,0 bis 2,1 Hähnen pro Balzplatz seit 2010 im Mangfallgebirge entsprechen zudem jenen aus einer Erfassung in benachbarten Tirol, wo ab 2010 auf synchron observierten Balzplätzen 1,3 (0,6–2,2) Auerhähne verzeichnet

wurden (Lentner et al. 2018). Weiterhin berichtet dieselbe Quelle von Arealverlusten beim Auerhuhn in den nördlichen Tiroler Kalkalpen, die südlich an das Mangfallgebirge anschließen. In der vorliegenden Untersuchung konnten Lebensraumveränderungen nicht analysiert werden. Von den betrachteten Arenen des zentralen Mangfallgebirges waren in den letzten vier Jahren des Untersuchungszeitraumes jedoch 30–40 % der anfänglich besetzten Balzplätze verlassen. Im südlichen Mangfallgebirge ist die Zahl balzender Hähne nur an einem einzigen Platz stabil geblieben.

Teilweise kam es zu Verschiebungen der großen Balzplätze um 400–1.500 m innerhalb weniger Jahre, welche dann oft mit einem Rückgang der Zahl balzender Hähne einhergingen. Balzplatzverschiebungen als Ursache für die beobachteten Trends können wir jedoch ausschließen. So wurde trotz jahrzehntelanger Feldarbeit und intensiven Nachsuchen im großräumigen Umgriff

im Werdenfelser Land weder ein neuer Einzelbalzplatz gefunden noch die Wiederbesiedelung des alten Balzplatzes erlebt. Im Mangfallgebirge wiederum hat seit 2020 ein systematisches und fast flächiges Auerhuhnmonitoring stattgefunden. Mit personeller Unterstützung (Gebietsbetreuung, Förster, Jäger) und technischen Hilfsmitteln (Wildkameras) wurden dabei nicht nur die bekannten Balzplätze kartiert, sondern auch weitere potenzielle Flächen (Abb. 4). Hierbei wurden nur zwei neue Balzplätze entdeckt. Die meisten Balzplätze sind mittlerweile nur noch von einem Hahn besetzt, was gerade in einer Rückgangphase bei geringem Bestand an Vögeln zum Problem wird. Wenn es zum Ausfall des letzten Hahnes kommt, ist dies erfahrungsgemäß mit dem Erlöschen des Balzplatzes verbunden, da kein Generationenwechsel stattfindet.

In den Flyschbergen ist der flächige Rückgang für den Beobachter offensichtlich, hier sind die meisten Vorkommen bereits komplett erloschen



Abb. 4. Auerhahn in gut geeignetem Lebensraum mit hohem Beerstrauchanteil in einem ruhigen, touristisch wenig frequentierten Gebiet des Mangfallgebirges. Aufn.: Florian Bossert, 2021. – *Capercaillie male in suitable habitat with high proportions of bilberry in a quiet area of the Mangfall mountains, rarely frequented by tourists.* (photo: Florian Bossert, 2021).

oder es finden sich nur noch einzelne Hähne pro Region ein. Dieses Muster zeigte sich auch in den Analysen. Während die Population im zentralen Mangfallgebirge bis 2010 stabil war, setzte der Rückgang in den Vorbergen offensichtlich bereits mit Beginn des Untersuchungszeitraumes ein. Der Unterschied im Trendverlauf zwischen den beiden Gebirgstteilen war statistisch signifikant ($p < 0,05$). In den Vorbergen wurde in den Jahren 2019–2021 zudem eine erhöhte Prädation zur Balzzeit festgestellt. Auch wenn hierzu aus unseren Untersuchungsgebieten noch keine genauen Daten vorliegen, ist aus dem Schwarzwald bekannt, dass in Gebieten mit ungünstigen Lebensraumstrukturen und geringer Konnektivität Auerhühner stark von Prädatoren beeinflusst werden können (Kämmerle et al. 2017).

Raufußhuhnpopulationen reagieren auf kurzfristige Schwankungen des Wetters, aber auch auf langfristige Veränderungen des Klimageschehens (Ludwig et al. 2006, Moss 2015, Coppes et al. 2021). Obwohl in den untersuchten Populations-trends kurzfristige Schwankungen erkennbar wurden, handelt es sich bei den langfristigen Trends bestimmenden Faktoren wahrscheinlich um großräumige und zeitlich langanhaltend wirkende Veränderungen. So gehen mit den stark rückläufigen Hahnendichten vor allem im Mangfallgebirge und den westlichen Chiemgauer Alpen tiefgreifende Veränderungen im Waldbild einher. Während die Anzahl der Hähne mit der Verfügbarkeit von altem Wald im Umkreis der Balzplätze zusammenzuhängen scheint (Storch 1997), sorgt in jüngerer Zeit starke Buchenverjüngung aufgrund von wärmeren Wintern und geänderter jagd- und forstlicher Praxis dafür, dass angestammte Auerhuhnlebensräume verloren gehen. So sind beispielsweise mehrere Standorte im Mangfallgebirge, die 2010 noch als gute Habitate kartiert wurden, inzwischen keine geeigneten Auerhuhngebiete mehr und zum Teil vom Haselhuhn besiedelt. In diesen Gebieten mit mittlerweile dichten Waldstrukturen konnten wir Einzelfälle beobachten, in denen sich die Balzplätze auf Forststraßenkreuzungen verlagert haben.

Bei internationaler Betrachtung des Phänomens erkennt man, dass überall in den gemäßigten Auerhuhngebieten ähnliche stetige Abnahmen stattfinden und das Problem zu niedrige Überlebensraten der Küken sind (Moss et al. 2001, Baines et al. 2016, Jahren et al. 2016). Moss (2015) untersuchte den Einfluss des Klimas auf Rau-

fußhühner in Großbritannien und fand heraus, dass sich negativ auf die Populationen von Auer- und Birkhuhn auswirkende Erwärmungen schon zwischen 1918 und 1944 sowie von 1976 bis in die späten 1990er Jahre stattfanden. Man kann den Rückgang des Auerhuhns in Mitteleuropa als einen langfristigen Aussterbeprozess eines Eiszeitrelikts interpretieren, beschleunigt durch Klimawandel und Vegetationsveränderung (I. Storch, pers. Komm.). Isolierte Restpopulationen wie im Schwarzwald oder Fichtelgebirge (Rödl et al. 2012) könnten so in wenigen Jahrzehnten ausgestorben sein, während sich jene in den Alpen noch länger halten können. Aber auch am nördlichen Alpenrand haben große Teile der tiefergelegenen Wälder auf nährstoffreichen Standorten und mit geringen Huftierdichten ihre Tragfähigkeit für Auerhühner bereits verloren, wozu auch das Unterbleiben von Maßnahmen in buchenreichen Dauerwäldern wesentlich beigetragen hat (I. Storch, pers. Komm.).

Günstiger sieht es für die Auerhuhnbestände noch in den durchschnittlich höher gelegenen Gebieten des Werdenfeler Landes aus. Die fehlende statistische Signifikanz ($p = 0,26$) des Trends der letzten fünf Jahre in dieser Region bedeutet jedoch nicht, dass die Population dort seitdem stabil ist. Vielmehr ist wahrscheinlich, dass der jüngste Zeitraum von fünf Jahren nicht ausreicht, um den Negativtrend statistisch abzusichern. Neben dem Rückgang von jährlich $-1,2\%$ über den Gesamtzeitraum verzeichneten die Analysen für das Werdenfeler Land zudem einen deutlichen Bestandesknick zwischen 2005 und 2007. Auffällig ist, dass dieser Bestandesknick nur die Auerhuhnpopulationen des Estergebirges, Karwendels und des Wettersteingebirges, nicht aber die der Ammergauer Alpen betraf. Während in den ersten drei Gebirgstteilen nach der Forstrechtsreform vermehrt intensive forstwirtschaftliche Tätigkeiten wie Holznutzung bis in die Hochlagen/Schutzwaldzonen, Forstwegebau und Einschlag mit schwerem Gerät festgestellt werden konnten (eigene Beobachtungen), wurde die Holznutzung in den Ammergauer Alpen offensichtlich schonender betrieben und tangierte die Balzplätze damals nicht.

Etwa ein Drittel der untersuchten Balzplätze lag in sogenannten Natura 2000 SPA-Gebieten (Europäisches Vogelschutzgebiet – Special Protected Area). Dieser Schutzstatus hatte bei Regionen übergreifender Betrachtung keinen, bei Analyse ohne die Daten des Werdenfeler Landes

jedoch einen signifikanten Einfluss auf die Trendentwicklung der Auerhuhnpopulationen seit 2010. Dies verdeutlicht, dass das Problem stark rückläufiger Trends in den Auerhuhnpopulationen des zentralen Mangfallgebirges und des Übergangs zwischen östlichem Mangfallgebirge und den westlichen Chiemgauer Alpen in erster Linie außerhalb der Vogelschutzgebiete besteht, und neben der stetigen Abnahme durch sich verändernde Klimabedingungen wohl auch durch die intensivere Nutzung der Waldgebiete in diesen beiden Regionen bedingt ist. Nicht zu vernachlässigen ist die Nähe der SPA-Gebiete „Mangfallgebirge“ und „Geigelstein“ zur Tiroler Grenze, wo die Auerhuhnbestände nachweislich noch weitgehend stabil sind (Lentner et al. 2018). Tatsache ist, dass die nördlich gelegenen Lebensräume sich deutlich mehr verschlechtern haben und zudem deutlich frequenter sind, da leichter erreichbar für Besucher. Die Erarbeitung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Auerhuhn in den flächenmäßig überwiegenden potenziellen Auerhuhnlebensräumen außerhalb der Vogelschutzgebiete sollte daher priorisiert werden, um eine stabilisierende Metapopulationsstruktur in den Bayerischen Alpen aufrechtzuerhalten. Aber auch im Werdenfeller Land ist dies von immenser Bedeutung, da dort sechs der sieben größten Balzplätze mit bis zu fünf Hähnen komplett außerhalb von Vogelschutzgebieten liegen.

Mit der Einführung der ganzjährigen Schonzeit des Auerwilds seit dem Jagdjahr 1973 und zuletzt der Forstreform 2005 in Bayern (Gründung der Bayerischen Staatsforsten) scheint bei Förstern und Jägern das einstige Interesse und damit auch viel Wissen über den größten Waldvogel Europas verloren gegangen zu sein. Darüber hinaus wurden lokale Raufußhuhnexperten in den vergangenen 15 Jahren nur noch selten bei forstbaulichen Maßnahmen in Auerhuhngebieten eingebunden. Zwar gibt es Bemühungen des Bayerischen Landesamts für Umwelt und der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft in Form von Schulungsprogrammen, die zeigen, wie Schutz und Management der Raufußhühner im Rahmen von Natura 2000 in die Arbeit der Bayerischen Staatsforsten integriert werden können. Bislang scheinen solche Maßnahmen jedoch nur kleinräumig in der Praxis anzukommen und es fehlt an bayernweiten Bemühungen, nicht nur bei Forstarbeiten, sondern auch bei jagdlichen Aktivitäten auf die sen-

sible Balz- und Brutzeit Rücksicht zu nehmen. Vorbereitung für die Jagd auf Rehwild ab dem 1. Mai beginnen bei den Jägern meist ab dem 20. April. Die Hennenwoche wiederum ist Anfang Mai, also genau dann, wenn die Jagd beginnt und die Störung sehr groß ist. So kommt es leider immer wieder vor, dass Jäger zur Hauptbalzzeit über den Balzplatz laufen und dort ansitzen.

Gleichzeitig ist auch der Besucherdruck in den vergangenen 15 Jahren stark angestiegen. Besonders nachteilig wirken sich dabei zunehmende Freizeittrends wie Winterwandern und Schneeschuhgehen abseits von gesicherten Pisten und Wegen (Ukkola et al. 2007, Thiel et al. 2008, Jäger et al. 2020) sowie die Veröffentlichung von kleinen Pfaden in Online-Portalen ungünstig auf die Winterruhegebiete der Auerhühner aus. In der Folge steigt die Wintermortalität der Tiere aufgrund von Energiemangel und dadurch erhöhter Prädationswahrscheinlichkeit. Häufige Störungen kommen durch ganzjährig beliebtes „azyklisches“ Bergsteigen in den Dämmerungszeiten zum Erleben von Sonnenauf- und -untergängen hinzu. Auch das Übernachten in der freien Natur erfreut sich trotz gesetzlichen Verbots zunehmender Beliebtheit. Das motorisierte E-Mountainbike ermöglicht zudem ein sehr schnelles Vorankommen ohne entsprechende konditionelle Voraussetzungen. Dies hat zur Folge, dass die Besucherfrequenz auch in den abgelegenen Gebieten zugenommen hat und dass diese zu deutlich früheren Tageszeiten erreicht werden. Für alle Raufußhuhnarten ergeben sich dadurch neben kurzfristigen Verhaltensänderungen langfristige Verschiebungen in der Habitatnutzung (Storch 2013) mit entsprechender Reduktion der an sich oft schon zu kleinen und fragmentierten Lebensräume (Moss et al. 2014, Zhang et al. 2020).

Die systematischen Auswertungen der Daten aus den drei Regionen ergaben zusammen ca. 160 Auerhähne (95 % CI: 122–197) in der Mitte der 1990er Jahre und ca. 102 Auerhähne (95 % CI: 68–131) im Jahr 2018. Ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis vorausgesetzt sank der Bestand in diesem Zeitraum im Untersuchungsgebiet von etwas über 300 Individuen auf etwa 200 Individuen im Frühjahrsbestand. Unbekannt ist, welchen Anteil die von uns beobachteten Balzplätze an der Gesamtpopulation in den Bayerischen Alpen ausmachen. Aus diesem Grund lässt sich mit den vorgestellten Gesamtzahlen keine Hochrechnung für die Bayerischen Alpen durchführen. Zahlen von 470 adulten

Tieren bzw. einer besiedelten Fläche von ca. 250 km² gelten für eine isolierte Population von Auerhühnern als Minimum für ein langfristiges Überleben (95 % Wahrscheinlichkeit über 100 Jahre) der Art (Grimm und Storch 2000). Hier zeigt sich die Wichtigkeit von wiederkehrenden Habitatkartierungen (Schroth 1990, Storch 1999, 2002, Siano 2022), um die Frage nach der Lebensraumkapazität als Grundlage für den Austausch zwischen den Teilpopulationen und damit genetischer Vielfalt der Metapopulation des Auerhuhns am Nordrand der Alpen (Segelbacher und Storch 2002) beantworten zu können. Das Zusammentragen von Balzplatzdaten in den verbleibenden nicht untersuchten Hauptgebirgstteilen der Bayerischen Alpen, dem Allgäu, dem östlichen Chiemgau und den Berchtesgadener Alpen könnte mit der Fortführung eines gezielten Monitorings in Referenzgebieten dabei helfen, Zustand und Artenreichtum in den Wäldern der Bayerischen Alpen nach dem Indikatorprinzip (Fischer und Storch 2001, Bollmann et al. 2004) zu überwachen. Zukünftig könnten neueste Techniken wie unbeaufsichtigtes akustisches Monitoring (Abrahams 2019), ggf. in Verbindung mit Kamerafallen dabei helfen, Störungen zur Reproduktionszeit der empfindlichen Raufußhuhnart Auerhuhn zu minimieren. Im besten Fall münden die so erhobenen Daten in Kontrolle und Evaluation von waldbaulichen Maßnahmen (Suchant und Braunisch 2008, Melin et al. 2016, Kämmerle et al. 2020) und Besucherlenkungs-konzepten, unter besonderer Beachtung der Auerhuhnlebensräume außerhalb der Vogelschutzgebiete und des Austauschs mit Auerhuhn-Teilpopulationen im angrenzenden Tirol.

Zusammenfassung

Die Bayerischen Alpen sind Lebensraum für die letzte verbleibende Metapopulation des Auerhuhns in Deutschland. Über die langfristige Entwicklung der Auerhuhnbestände in den Bayerischen Alpen ist bislang jedoch wenig bekannt da räumlich wie zeitlich nur punktuelle Schätzungen vorliegen. Für eine Trenderkennung fehlen somit vergleichbare quantitative Größen, die mit einheitlicher Methodik erhoben wurden. In der vorliegenden Untersuchung wurden erstmalig solche Langzeitdaten aus den Bayerischen Alpen zusammengestellt, um die primäre Frage nach der langfristigen Trendentwicklung der Auerhuhnpopulation beantworten zu können.

Wir werteten Frühjahrszählungen von insgesamt sieben Balzplätzen aus dem Werdenfelser Land, dem zentralen Mangfallgebirge und dem Übergang zwischen östlichem Mangfallgebirge und den westlichen Chiemgauer Alpen über knapp 40 Jahre aus. Der durchschnittliche Trend über die drei untersuchten Regionen korrespondierte mit einem signifikanten jährlichen Rückgang von 1,86 % (SE = 0,34 %) seit 1985. Dieser setzte sich aus einer stabilen Phase über die ersten 25 Jahre und einem kontinuierlichen jährlichen Rückgang von 6,57 % (SE = 1,14 %) seit 2010 zusammen. Besonders stark waren diese Verluste mit über 10 % pro Jahr im östlichen Mangfallgebirge und dessen Übergang in das Chiemgau, wo ein signifikanter Unterschied zwischen den Trends innerhalb und außerhalb von Vogelschutzgebieten erkennbar war. Für das Werdenfelser Land werden erst seit 2016 Rückgänge von jährlich 5,19 % (SE = 3,14 %) sichtbar. Die Ergebnisse gehen einher mit einer Vielzahl an verlassenen Balzplätzen, sodass nach Zahlen von 1,5 bis 5 Hähnen pro Balzplatz im Jahre 1985 gegenwärtig noch 0,5 bis 1 Hahn pro Balzplatz zu verzeichnen sind. Nur im Werdenfelser Land sind derzeit noch durchschnittlich 1,6 Hähne pro Arena zu erwarten. Die Ergebnisse erlauben erstmalig einen langfristigen Einblick in die Populationsentwicklung des Auerhuhns in den zentralen Teilen der Bayerischen Alpen. Sie korrespondieren mit langfristigen Rückgängen in anderen Auerhuhnverbreitungsgebieten. Strukturelle Veränderungen im Wald im Zusammenhang mit steigenden Temperaturen als primäre Ursache, aber auch stark zunehmender Freizeitdruck auf die letzten Auerhuhnrefugien stehen sehr wahrscheinlich mit den beobachteten Trends in Zusammenhang und werden diskutiert.

Dank. Die Initiative zur Erarbeitung eines Gesamtbildes über die Entwicklung der Auerhuhnpopulationen in Bayern und die hier vorgelegten Auswertungen entstanden zu wesentlichen Teilen im Rahmen einer Anstellung von Tobias Ludwig am Bayerischen Landesamt für Umwelt, Staatliche Vogelschutzwarte, in Garmisch-Partenkirchen im Projekt „Umsetzung der bayerischen Biodiversitätsstrategie mit Schwerpunkt Alpen: Raufußhühner und andere Tierarten mit hoher Erhaltungsverantwortung Bayerns“. Daher danken wir dem LfU für die Genehmigung, diese Auswertungen publizieren zu dürfen. Besonders dankbar sind wir Frau Ellrott für die Überarbei-

tung von Aufzeichnungen aus dem Nachlass ihres Vaters, da diese halfen, eine große Lücke in der Trendrekonstruktion zu schließen. Ilse Storch und Siegfried Klaus gebührt Dank für Kommentare und Anmerkungen zum Manuskript sowie ihren jahrzehntelangen Enthusiasmus bei der Vermittlung der Bedeutung von Raufußhühnern und ihrer Lebensräume. Ralf Siano gab hilfreiche Kommentare zu einer früheren Version des Manuskripts. Unser Dank geht auch an alle Forstbetriebsleiter, Revierleiter, Jäger und Waldnutzer im Privatwald, die sich offen für die Umsetzung von Schutz- und Fördermaßnahmen Auerhuhn zeigen und die bei ihren Forstarbeiten sowie bei der Jagd Rücksicht auf den größten Waldvogel nehmen.

Literatur

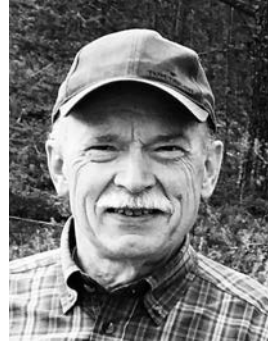
- Abrahams C (2019) Comparison between lek counts and bioacoustic recording for monitoring Western Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.). *Journal of Ornithology* 160: 685–697. <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01649-8>
- Baines D, Aebischer NJ, Macleod A (2016) Increased mammalian predators and climate change predict declines in breeding success and density of Capercaillie tetrao urogallus, an old stand specialist, in fragmented Scottish forests. *Biodiversity and Conservation* 25: 2171–2186. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1185-8>
- Bezzel E, Geiersberger I, Lossow G v., Pfeifer R (2005) Brutvögel in Bayern. Verbreitung 1996 bis 1999. Ulmer, Stuttgart
- Bibby CJ, Burgess ND, Hillis DM et al. (2000) Bird census techniques. Elsevier
- Bogaart AP, Loo M Van Der, Pannekoek J (2016) rtrim: Trends and Indices for Monitoring Data. R Packag version 1.0.1: <https://cran.r-project.org/package=rtrim>
- Bollmann, K, Graf, RF, Debrunner, R, & Suter, W (2004) The capercaillie as indicator of high species richness: potential and limitations of the umbrella species concept. In: Landscape ecology of trees and forests. Proceedings of the twelfth annual IALE (UK) conference, Cirencester, UK, 21–24 June 2004 (pp. 200–207). International Association for Landscape Ecology (IALE (UK)).
- Bollmann K, Weibel P, Graf RF (2005) An analysis of central Alpine capercaillie spring habitat at the forest stand scale. *Forest Ecology and Management* 215:307–318. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.05.019>
- Coppes J, Ehrlicher J, Müller G et al. (2019) Dramatischer Rückgang der Auerhuhnpopulation *Tetrao urogallus* im Schwarzwald. *Vogelwarte* 57: 115–122
- Coppes J, Kämmerle J, Schroth K et al (2021) Weather conditions explain reproductive success and advancement of the breeding season in Western Capercaillie (*Tetrao urogallus*). *Ibis* ibi.12924. <https://doi.org/10.1111/ibi.12924>
- Fischer I, Storch I (2001) Capercaillie and woodpeckers in Alpine forests: assessing the indicator species concept. In: Proceedings of the 2nd International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA, pp 128–131
- Fünfstück H-J, von Lossow G, Schöpf H (2003) Rote Liste gefährdeter Brutvögel (Aves) Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 166: 39–44
- Gedeon K, Grüneberg C, Mitschke A et al. (2014) Atlas Deutscher Brutvogelarten: Atlas of German breeding birds. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland
- Glänzer U (1985) Effects of land use changes on bird life, example: *Tetrao tetrix* and *Lagopus lagopus*. In: Transaction Congress International Union Game Biologist. pp 501–507
- Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM, Bezzel E (1994) Ordnung Galliformes – Hühnervögel, In: Handbuch Der Vogel Mitteleuropas. Band 5, Galliformes und Gruiformes. Aula, Wiesbaden
- Grimm V, Storch I (2000) Minimum viable population size of capercaillie *Tetrao urogallus*: results from a stochastic model. *Wildlife Biology* 6: 219–225. <https://doi.org/10.2981/wlb.2000.019>
- Grüneberg C, Bauer H-G, Haupt H et al. (2015) Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. Berichte zum Vogelschutz 52: 19–67
- Jäger H, Schirpke U, Tappeiner U (2020) Assessing conflicts between winter recreational activities and grouse species. *Journal of Environmental Management* 276: 111194
- Jahren T, Storaas T, Willebrand T et al. (2016) Declining reproductive output in capercaillie and black grouse – 16 countries and 80 years. *Animal Biology* 66: 363–400
- Kämmerle JL, Braunsch V, Suchant R, Coppes J (2020) Quantifying the effectiveness of habitat management to counter local extinction: A

- case-study on capercaillie. *Forest Ecology and Management* 474: 118379
- Kämmerle JL, Coppes J, Ciuti S, Suchant R, Storch I (2017) Range loss of a threatened grouse species is related to the relative abundance of a mesopredator. *Ecosphere* 8(9), e01934
- Klaus S (1991) Effects of forestry on grouse populations: case studies from the Thuringian and Bohemian forests, Central Europe. *Ornis Scandinavica* 22: 218–223
- Klaus S, Andreev A, Bergmann H et al. (1989) Die Auerhühner. Neue Brehm Bücherei. Westarp Wissenschaften, Magdeburg
- Klaus S, Bergmann H-H (2020) Auerhühner & Co. – heimliche Vögel in wilder Natur. Aula, Wiebelsheim
- Klaus S, Ludwig T (2021) Long-Term Trends of Hazel Grouse (*Tetrastes bonasia*) in the Bohemian Forest (Šumava), Czech Republic, 1972–2019. *Birds* 2: 127–137
- Leitl R (2009a) Natura 2000 – Umsetzung in bayerischen Vogelschutzgebieten (SPA) im Wald. *Ornithologischer Anzeiger* 48: 67–70
- Leitl R (2009b) Methodik zur Erfassung und Bewertung des Auerhuhns in SPA-Gebieten. *Ornithologischer Anzeiger* 48: 71–79
- Lentner R, Masoner A, Lehne F (2018) Sind Zählungen an Balzplätzen von Auer- und Birkhühnern noch zeitgemäß? Ergebnisse aus dem Raufußhühner-Monitoring Tirol. *Der Ornithologische Beobachter* 115: 215–238
- LfU, LWF (2019) Raufußhühner. Begreifen, Bestimmen, Bewahren. Augsburg
- Löffler H, Lauterbach M (2014) Das Auerhuhn *Tetrao urogallus* in den bayerischen Vogelschutzgebieten – Natura 2000-Lebensraum-schutz von der Modellierung bis zum Managementplan. *Ornithologischer Anzeiger* 53: 22–44
- Ludwig GX, Alatalo RV, Helle P, Lindén H, Lindström J, Siitari H. (2006) Short-and long-term population dynamical consequences of asymmetric climate change in black grouse. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273(1597): 2009–2016
- Melin M, Mehtätalo L, Miettinen J, Tossavainen S, Packalen P (2016) Forest structure as a determinant of grouse brood occurrence – An analysis linking LiDAR data with presence/absence field data. *Forest Ecology and Management* 380: 202–211
- Mollet P, Badilatti B, Bollmann K, Graf RF, Hess R, Jenny H, Mulhauser B, Perrenoud A, Rudmann F, Sachot S, Studer J (2003) Verbreitung und Bestand des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Schweiz 2001 und ihre Veränderungen im 19. und 20. Jahrhundert. *Ornithologischer Beobachter* 100: 67–86
- Moss R (2015) Global warming and grouse Tetraoninae population dynamics. *Grouse News* 50: 8–20
- Moss R, Leckie F, Biggins A, Poole T, Baines D, Kortland K (2014) Impacts of Human Disturbance on Capercaillie *Tetrao urogallus* Distribution and Demography in Scottish Woodland. *Wildlife Biology* 20: 1–18
- Moss R, Oswald J, Baines D (2001) Climate change and breeding success: Decline of the capercaillie in Scotland. *Journal of Animal Ecology* 70: 47–61
- Pannekoek J, van Strien A (2005) TRIM 3 manual (TRends and Indices for Monitoring data). Statistics Netherlands. Voorburg.
- R Core Team (2021) A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Rödl T, Rudolph B, Geiersberger I, Weixler K, Görgen A (2012) Atlas der Brutvögel in Bayern. Verbreitung 2005 bis 2009. Ulmer, Stuttgart
- Rösner S, Mussard-Forster E, Lorenc T, Müller J (2014) Recreation shapes a „landscape of fear“ for a threatened forest bird species in Central Europe. *Landscape Ecology* 29: 55–66
- Sachot S, Perrin N, Neet C (2003) Winter habitat selection by two sympatric forest grouse in western Switzerland: implications for conservation. *Biological Conservation* 112: 373–382
- Schröder W, Zeimentz K, Feldner R (1982) Das Auerhuhn in Bayern. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Heft 49. Oldenbourg-Verlag, München, Wien
- Schroth K (1990) Kartierung von Auerhuhnhabitaten im Nordschwarzwald. In: Minist. Ländl. Raum, Ernährung, Landw. und Forsten (Hrsg.). Auerwild in Baden-Württemberg – Rettung oder Untergang? Schriftenreihe Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Stuttgart 70: 90–107
- Segelbacher G, Storch I (2002) Capercaillie in the Alps: genetic evidence of metapopulation structure and population decline. *Molecular Ecology* 11: 1669–1677
- Segelbacher G, Storch I, Tomiuk J (2003) Genetic evidence of capercaillie *Tetrao urogallus* dispersal sources and sinks in the Alps. *Wildlife Biology* 9: 267–273

- Siano R (2022) Großräumige Habitatbewertung im Rahmen des Auerhuhn-Auswilderungsprojektes in Thüringen. Anzeiger des Vereins Thüringer Ornithologen 10: 79–112
- Storch I (1993) Habitat selection by capercaillie in summer and autumn: Is bilberry important? *Oecologia* 95: 257–265
- Storch I (1994) Habitat and survival of capercaillie *Tetrao urogallus* nests and broods in the Bavarian alps. *Biological Conservation* 70: 237–243
- Storch I (1997) Male territoriality, female range use, and spatial organisation of capercaillie *Tetrao urogallus* leks. *Wildlife Biology* 3: 149–161
- Storch I (1999) Auerhuhnschutz: Aber wie? Ein Leitfaden. Wildbiologische Gesellschaft München e.V., Ettal
- Storch I (2001) Capercaillie – BWP Update. The Journal of birds of the Western Palearctic, Oxford University Press Oxford, UK 3: 1–24
- Storch I (2002) On spatial resolution in habitat models: can small-scale forest structure explain Capercaillie numbers? *Conservation Ecology* 6: art6
- Storch I (2007) Grouse: Status survey and conservation action plan 2006–2010. IUCN, Gland, Switzerland and World Pheasant Association, Fordingbridge, UK
- Storch I (2013) Human disturbance of grouse – why and when? *Wildlife Biology* 19: 390–403
- Storch I, Segelbacher G (2000) Genetic correlates of spatial population structure in central European capercaillie *Tetrao urogallus* and black grouse *T. tetrix*: a project in progress. *Wildlife Biology* 6: 305–310
- Suchant R, Braunisch V (2008) Rahmenbedingungen und Handlungsfelder für den Aktionsplan Auerhuhn. Grundlagen für ein integratives Konzept zum Erhalt einer überlebensfähigen Auerhuhnpopulation im Schwarzwald. FVA, Freiburg
- ter Braak CJF, van Strien AJ, Meijer R, Verstraal TJ (1994) Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: *Bird Numbers 1992. Distribution, Monitoring and Ecological Aspects: Proceedings 12th International Conference of IBCC and EOAC*, Nordwijkerhout, The Netherlands
- Thiel D, Jenni-Eiermann S, Jenni L (2008) Der Einfluss von Freizeitaktivitäten auf das Fluchtverhalten, die Raumnutzung und die Stressphysiologie des Auerhuhns *Tetrao urogallus*. *Ornithologischer Beobachter* 105: 85–96
- Ukkola M, Helle P, Huhta E, Jokimäki J, Kaisanlahti-Jokimäki ML (2007) The impacts of ski resorts on wildlife in northern Finland. In: *Environment, Local Society and Sustainable Tourism. Lapin yliopisto, Arktinen keskus, Rovaniemi, Finland*. pp 31–41
- Zhang C, Xia W, Luan X et al. (2020) Use of historical data to assess the impact of climate change and anthropogenic disturbance on the black-billed capercaillie (*Tetrao urogalloides*) in north-east China. *Global Ecology and Conservation* 22: e00972

Eingegangen am 23. September 2022

Angenommen nach Revision am 21. Januar 2023

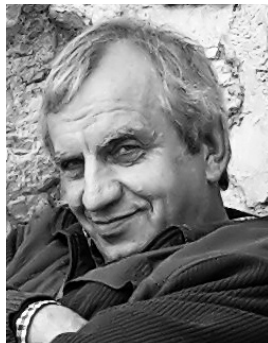


Von links nach rechts:

Tobias Ludwig, Jg. 1975, freiberuflicher Wildbiologe. Promotion 2008 am Lehrstuhl von Prof. Dr. Ilse Storch, Universität Freiburg. Seit Zivildienst und Praktikum bei der Wildbiologischen Gesellschaft München e.V. Mitte der 1990er Jahre in den Bayerischen Alpen stehen Raufußhühner im Zentrum seines ornithologischen Interesses. Schwerpunkte seiner Arbeit sind statistische Habitat- und Populationsmodelle.

Florian Bossert, Jg. 1984, ist seit 2019 hauptberuflich Gebietsbetreuer für das Mangfallgebirge im Landkreis Miesbach. Zuvor war er als Wildtierbiologe in mehreren Nationalparks tätig und beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Avifaunistik, insbesondere mit den Alpengvögeln und Raufußhühnern.

Franz Weindl, Jg. 1951, Bankkaufmann/Rentner. 25 Jahre Schatzmeister LBV KG Garmisch-Partenkirchen. Seit frühester Jugend ornithologisch interessiert. Schwerpunkt: Avifauna Werdenfelser Land, insbesondere Langzeit-Monitoring Auerhuhn.



Anton Kling, Jg. 1946, StD.i.R., Studium für das Lehramt an Gymnasien. Seit 1975 stehen die Raufußhühner des Mangfallgebirges und der Chiemgauer Alpen für nunmehr fast 50 Jahre im Mittelpunkt des Interesses. Gemeinsam mit Helmut Ellrott knüpfte er Kontakte zu Entscheidungsträgern aus dem Jagd- und Forstbereich, was ihnen ermöglichte, Auerhuhnschutz vor Ort zu betreiben.

Helmut Ellrott, Jg. 1955, StD., seit der Jugend Interesse an Ornithologie, mit Beginn seiner Lehrtätigkeit für Biologie und Chemie am Gymnasium Miesbach im Mangfallgebirge mit rascher Fokussierung auf Auer- und Birkwild. Im Verlauf von über 30 Jahren wurden, mit seinem intensiven und begeisterten Engagement, der Schutz der Raufußhühner und die Bewahrung deren Lebensraumes im engen Austausch mit der Jagd- und Forstbehörde sowie dem LBV zu einer Herzensangelegenheit und seinem Lebensprojekt bis zu seinem Tod 2017.