

## Von der Forschung zur Auerhuhnförderung: eine Projektsynthese

Kurt Bollmann, Roland F. Graf, Gwenaël Jacob und Dominik Thiel



BOLLMANN, K., R. F. GRAF, G. JACOB & D. THIEL (2008): From Western Capercaillie research to species conservation: a project synthesis. *Ornithol. Beob.* 105: 107–116.

Several research projects significantly contributed to the reputation of Western Capercaillie *Tetrao urogallus* as flagship of conservation goals in mountain forest ecosystems. In this article, we summarise, synthesise and evaluate the major findings of the projects presented in this journal's issue. All publications concern Capercaillie studies conducted in Switzerland during the last decade. We concentrate on the results that are particularly important for the conservation of the species and influence conceptual decisions of a Capercaillie action plan. Based on our results, we recommend to plan conservation at the large scale and to consider (i) the ecological potential of a landscape as Capercaillie habitat, (ii) the recent distribution of local populations, (iii) the forest stand mosaic of each habitat patch, and (iv) the limiting factors of each regional population for the development and implementation of a national action plan. Conservation measures should aim to increase the carrying capacity of suitable habitat, support a population network and the exchange of individuals among populations, and reduce the impact of human disturbance. Thus, conceptual decisions need to be taken at the large, national scale whereas concrete measures should consider regional peculiarities.

Kurt Bollmann, Roland F. Graf und Gwenaël Jacob, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Forschungseinheit «Biodiversität und Naturschutzbiologie», Zürcherstrasse 111, CH–8903 Birmensdorf, E-Mail kurt.bollmann@wsl.ch; Roland F. Graf, Eidg. Technische Hochschule ETH, Departement Umweltwissenschaften, Professur Waldökologie, Universitätsstrasse 16, CH–8092 Zürich, aktuell: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement, Postfach 335, Grüental, CH–8820 Wädenswil; Gwenaël Jacob, Universität Zürich, Institut für Umweltwissenschaften, Winterthurerstrasse 190, CH–8057 Zürich, aktuell: Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution, UMR 8079–Université Paris-Sud, Bât. 362, 91405 ORSAY cedex (France); Dominik Thiel, Schweizerische Vogelwarte Sempach, CH–6204 Sempach, aktuell: Dept. Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei, Entfelderstrasse 22, CH–5001 Aarau

Die Auerhuhn-Forschungsprojekte der letzten 10 Jahre haben wesentlich dazu beigetragen, dass die attraktive Brutvogelart in der Schweiz zum Symbol und Flaggschiff für artenreiche Bergwälder wurde (Abb. 1). Als Habitatspezialist und störungssensible Art mit zwischen 450 und 500 balzenden Hähnen (Mollet et al. 2003) wurde das Auerhuhn in die Liste der prioritären

Arten für Artenförderungsprogramme aufgenommen (Bollmann et al. 2002). Dieser Artikel hat zum Ziel, die wichtigsten Erkenntnisse der in diesem Heft präsentierten Projekte zusammenzufassen, in ihrer biologischen Bedeutung zu interpretieren und ihre Relevanz für praktische Förderungsmaßnahmen zu besprechen. Unsere naturschutzbiologischen Empfehlun-



**Abb. 1.** Die Auerhuhn-Forschungsprojekte haben in den vergangenen Jahren wesentlich dazu beigetragen, dass das attraktive Raufusshuhn zu einem Flaggschiff für Naturschutzziele im Bergwald wurde. So sind zahlreiche Waldreservate zur Förderung des Auerhuhns eingerichtet worden; u.a. in der Region Amden, wo anlässlich des Festes zur Verleihung des Binding Waldpreises im Jahr 2006 eine ausgestopfte Auerhenne als «Werbeträger» für das Reservatsziel verwendet wurde. Aufnahme K. Bollmann – *The Capercaillie is a useful symbol and flagship for conservation goals in mountain forest ecosystems. In Switzerland, several forest reserves have been established for the long-term conservation of this attractive grouse species during the previous years; e.g. in the Prealpine region of Amden where a stuffed hen was used to promote the goals of the reserve during an opening ceremony.*

gen beruhen auf den vorgestellten Resultaten, fundierten Kenntnissen über die regionalen Unterschiede der vom Auerhuhn besiedelten Ökosysteme und einem während den Forschungsprojekten rege gepflegten Austausch mit der Praxis. Somit wollen wir mit diesem Artikel eine Schnittstelle zwischen Forschung und Umsetzung gestalten. Generell können praktische Massnahmen zur Förderung des Auerhuhns in der Schweiz nur dann erfolgreich

sein, wenn in einem nationalen Aktionsplan (1) das landschaftsökologische Lebensraumpotenzial für das Auerhuhn, (2) die aktuelle Verbreitung der Lokalpopulationen, (3) das Waldbestandsmosaik der besiedelten Lebensräume und (4) die Gefährdungsfaktoren in den einzelnen Regionen berücksichtigt werden. Entsprechend erfordert eine effektive Förderung des Auerhuhns eine grossräumig konzipierte Strategie, die Gebietsschutz und Lebensraumförderung in Vorranggebieten erster und zweiter Bedeutung (s. Stadler et al. 2008) kombiniert und gezielt mit ortsspezifischen Artenförderungsmaßnahmen wie Störungslenkung oder Management von Beutegreifern ergänzt.

#### **Grossflächig planen und räumlich priorisieren (wo?)**

##### *Potenziale und Populationsverbund fördern*

Mit den Lebensraummodellen für den Jura und die Alpen konnten jene Räume in der Landschaft bestimmt werden, in denen eine Förderung des Auerhuhns überhaupt in Betracht gezogen werden soll. Neben diesen grossflächigen und landschaftsökologischen Aspekten stellt das in den letzten Jahren erarbeitete Verbreitungsmuster der Lokalpopulationen eine wichtige Grundlage dar, um Vorranggebiete für die Förderung der Auerhuhnbestände zu identifizieren. Sowohl Lebensraumpotenzial als auch Lokalvorkommen wurden als Kriterien zur räumlichen Priorisierung von Förderungsmaßnahmen verwendet (Graf et al. 2004) und im Nationalen Aktionsplan Auerhuhn zur Ausscheidung von Vorranggebieten erster und zweiter Bedeutung berücksichtigt (Mollet et al. 2008, Stadler et al. 2008). Die Studie von Bollmann et al. (submitted) zeigt, wie Vorranggebiete noch weiter nach ihrem Stellenwert im Metapopulationsverbund klassiert werden können. Weil die Wahrscheinlichkeit der Besiedlung einer Lebensraumfläche (Patch) mit ihrer Grösse steigt und mit zunehmender Distanz zum nächsten besiedelten Patch abnimmt (Bollmann & Graf 2008), müssen die ermittelten Schwellenwerte zur Patchgrösse und -distanz in der Projektplanung berücksichtigt werden. Damit wird es möglich sein, die Wirkung

der Artenförderungsgelder in den Gebieten erster und zweiter Bedeutung zu erhöhen. Wir empfehlen, pro Region einen erheblichen Teil der Mittel für die grössten Patches einzusetzen, welche am ehesten Quellpopulationen (source populations) aufweisen (Alderman et al. 2005). Diese Patches sollten eine minimale Potenzialfläche von 1350 ha haben. Ein weiterer Teil der Mittel sollte in mittelgrosse Patches (350–1350 ha) investiert werden, die weniger als 10 km, besser 5 km, vom nächsten Vorranggebiet entfernt liegen, also eine gute Vernetzung mit anderen Patches aufweisen. Beim dritten Teil der Gelder sollte auf die Trittstein- oder Vernetzungsfunktion von Patches im Lebensraumverbund zwischen Grossregionen geachtet werden (Bollmann et al. submitted). So wird der Austausch von Individuen zwischen Regional- und Teilpopulationen unterstützt und verhindert, dass diese genetisch isoliert werden.

Die nicht-invasiven genetischen Methoden haben sich in unseren Studien zur genetischen Differenzierung der Regionalpopulationen und

als Grundlage für die Bestandsschätzung mit Fang-Wiederfang-Modellen bewährt. Die Untersuchungen haben keine deutlichen Hinweise darauf geliefert, dass der Verlust an genetischer Vielfalt massgebend zur aktuellen Gefährdung des Auerhuhns beigetragen hätte (Gugerli et al. 2008). Dennoch wissen wir nicht, wie sich der partielle Verlust von Austausch zwischen den Auerhuhnregionen der Voralpen auf die zukünftige Bestandsentwicklung der Regionalpopulationen auswirken wird.

Die Förderung von Potenzialgebieten ohne aktuelles Vorkommen der Art und ohne räumliche Anbindung an ein besiedeltes Gebiet (= Vorranggebiete dritter Bedeutung) ist aus heutiger Sicht nicht sinnvoll, da die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, dass solche abgelegenen Gebiete in absehbarer Zeit rekolonisiert werden. Aus übergeordneter Sicht kann aber die Aufwertung eines relativ kleinen und isolierten, aktuell nicht besiedelten Potenzialgebiets durchaus angebracht sein, wenn dieses Gebiet im interregionalen Lebensraumverbund das

**Tab. 1.** Bedeutung von Gebieten für die Erhaltung des Auerhuhns in der Schweiz bzw. in Mitteleuropa abhängig vom Lebensraumpotenzial gemäss Habitatmodellen von Graf et al. (2005, 2006) und Sachot (2002), Habitattyp, Vorkommen einer Lokalpopulation, Patchgrösse und Patchverbund. +++ = ausserordentliche Bedeutung, ++ = grosse Bedeutung, + = mittlere Bedeutung, – = geringe Bedeutung, – – = keine Bedeutung, ~ = Bedeutung abhängig von regionaler Situation. Grosser Patch/im Biotopverbund: Distanz zum nächsten besiedelten Patch <10 km, grosser Patch/isoliert: Distanz zum nächsten besiedelten Patch >10 km. Kleiner Patch/im Biotopverbund: Distanz zum nächsten besiedelten Patch <5 km, kleiner Patch/isoliert: Distanz zum nächsten besiedelten Patch >5 km. Die Intensität und das räumliche Muster von menschlichen Störungen können zu Abweichungen in der Beurteilung der einzelnen Gebiete führen. — *Significance of patches for Capercaillie conservation considering habitat potential (ja = yes, nein = no) according to the models of Graf et al. (2005, 2006) and Sachot (2002), habitat type (Primär = primary habitat, Sekundär = secondary habitat), occurrence of a local population (mit = with, ohne = without), patch size (gross = large, klein = small), and patch connectivity (im Verbund = connected, isoliert = isolated). Priority categories: +++ = extraordinary significance, ++ = high significance, + = moderate significance, – = low significance, – – = no significance, ~ = significance depends on the regional situation. Large patch/connected: distance to the next occupied patch <10 km, large patch/isolated: distance to the next occupied patch >10 km. Small patch/connected: distance to the next occupied patch <5 km, small patch/isolated: distance to the next occupied patch >5 km. The intensity and spatial pattern of human disturbance can cause discrepancies in the assessment of individual patches.*

Lebensraum-Potenzial vorhanden?	Habitat-typ	Lokal-vorkommen	grosser Patch		kleiner Patch	
			im Verbund	isoliert	im Verbund	isoliert
ja	Primär	mit	+++	++	++	+
		ohne	+	–	~	–
	Sekundär	mit	++	+	+	+
		ohne	~	–	~	–
nein		– –	– –	– –	– –	

Potenzial als Trittsteinlebensraum hat. Zusammenfassend wird die Bedeutung eines Gebiets für die Erhaltung und Förderung des Auerhuhns durch die Kriterien landschaftsökologisches Lebensraumpotenzial, Vorkommen einer Lokalpopulation, Habitattyp und Grösse und Verbund eines Patch beeinflusst (Tab. 1).

#### *Nationale Strategie und regionale Lösungen*

Die Erhebungen zu Bestand und Verbreitung des Auerhuhns, das Metapopulationskonzept und Modellberechnungen zur minimal überlebensfähigen Populationsgrösse von Grimm

& Storch (2000) liefern Hinweise darauf, dass die grosse Mehrheit der Kantone bei der Auerhuhnförderung auf eine starke Zusammenarbeit mit Nachbarkantonen angewiesen ist. Die kantonalen Lebensraumpotenziale sind zu gering, um alleine eine überlebensfähige Auerhuhnpopulation zu erhalten (Bollmann & Jacob 2006). Deshalb empfehlen wir eine nationale Strategie mit regional angepassten Lösungen, wie sie das Bundesamt für Umwelt (BAFU) gemäss Aktionsplan Auerhuhn (Mollet et al. 2008, Stadler et al. 2008) umsetzen will. Die vom Auerhuhn genutzten Lebensräume und die Verteilung und Grösse der Lokalpopulationen sind in den Wei-

**Tab. 2.** Generelle Empfehlungen für eine effektive Auerhuhnförderung in Vorranggebieten in Abhängigkeit vom Habitattyp. Weil sich die Sukzession und Strukturen der Wälder, manchmal auch die Managementziele in Primär- und Sekundärhabitat unterscheiden, müssen unterschiedliche Instrumente und Massnahmen angewendet werden. – *Recommendations for an effective conservation of Capercaillie in priority areas regarding different habitat types (Primärhabitat = primary habitat, Sekundärhabitat = secondary habitat). There is a need for an appropriate use of instruments and measures because forest succession, but sometimes also management goals, vary among habitat types.*

Managementziel	Schutz und Förderung einer Auerhuhn-Lokalpopulation	
	im Primärhabitat	im Sekundärhabitat
Managementinstrument	Park oder Waldreservat	Sonderwaldreservat oder forstliches Projekt mit standortgerechter, artspezifischer Bewirtschaftung
Biologisches Ziel	Aufbau eines Populationsverbunds (Metapopulation)	Unterstützung des Populationsverbunds; Vergrösserung der Lebensraumkapazität und der Populationsbestände
Forstliche Massnahmen	keine	Gruppenplenterung, kleinflächiger Femelschlag, möglichst unter Berücksichtigung weiterer Naturschutzziele
Lebensraum- aufwertungen konkret	keine	Altholzbestände fördern, traditionelle Auerhuhnbäume stehen lassen; Nadelholzanteil > 2/3, 10–20 % Weisstanne oder Waldföhre ist vorteilhaft, Vogelbeerbaum schonen; frühe und stetige Kronenverlichtung, mittleren Baumschichtdeckungsgrad anstreben (30–)40–60(–70) %; Rottenstruktur und liegendes Totholz fördern, tiefbeastete Fichten stehen lassen; Beerenkräuter fördern und wo möglich Heidelbeere begünstigen; Angebot an Grenzlinien und Deckungselementen im Wald erhöhen und innere Waldränder, Lücken und Schneisen pflegen; Moore pflegen
Ergänzende Artenschutz- Massnahmen	Limitierung und Lenkung von Störungen (Wegegebote, Betretverbote, Sichtschutz);  (evtl. Huftiermanagement, v.a. Wildschwein); (evtl. Prädatorenkontrolle)	Limitierung und Lenkung von Störungen (Wegegebote, Betretverbote, Sichtschutz); Wald-Weidemanagement; (evtl. Huftiermanagement, v.a. Wildschwein); (evtl. Prädatorenkontrolle)

dewaldern des Jura, den Moorlandschaften der Voralpen und den zusammenhängenden Waldgebieten der Zentralalpen zu verschiedenen, als dass ein allgemeingültiger Massnahmenplan die erforderliche Schutzwirkung erzielen könnten.

### **Lebensraumqualität fördern und Lebensraumkapazität erhöhen (was?, wie?)**

#### *Segregation und Waldreservate*

Die Strategie der räumlichen Priorisierung über «Vorranggebiete» weist darauf hin, dass wir das Prinzip der «Segregation» sowohl aus fachlichen als auch aus finanziellen Überlegungen als taugliches Mittel zur Förderung des Auerhuhns und zum Aufbau eines Populationsverbunds auf der Ebene der Landschaft erachten (Bollmann & Graf 2008). Dabei sind Waldreservate gute Instrumente für die Umsetzung. Sie müssen aber die artspezifischen Ansprüche an den Lebensraum berücksichtigen. Wichtig ist die Unterscheidung von Primär- und Sekundärhabitaten (Tab. 2). Weil sich die Waldbestände in Sekundärhabitaten ohne forstliche Eingriffe verdichten und verdunkeln und sich damit die Lebensraumqualität für das Auerhuhn verschlechtert, sind es die Sonderwaldreservate, welche für die Auerhuhnförderung in Wäldern auf wüchsigen Standorten geeignet sind. Naturwaldreservate, also Reservate ohne menschliche Eingriffe mit dem Ziel «Prozessschutz», sind für Primärhabitats, also schlecht wüchsige Wälder auf nährstoffarmen oder sauren Böden oder in klimatischen Grenzlagen geeignet. Primärhabitats sind vor allem Moorwälder, subalpine Nadelwälder auf Hangschultern oder in Kammlagen sowie frost- und schneereiche Hochlagenwälder. Primärhabitats zeichnen sich von Natur aus durch eine lückige Struktur und eine langsame Sukzession aus und haben deshalb auch ohne menschliche Eingriffe eine hohe Lebensraumqualität für das Auerhuhn.

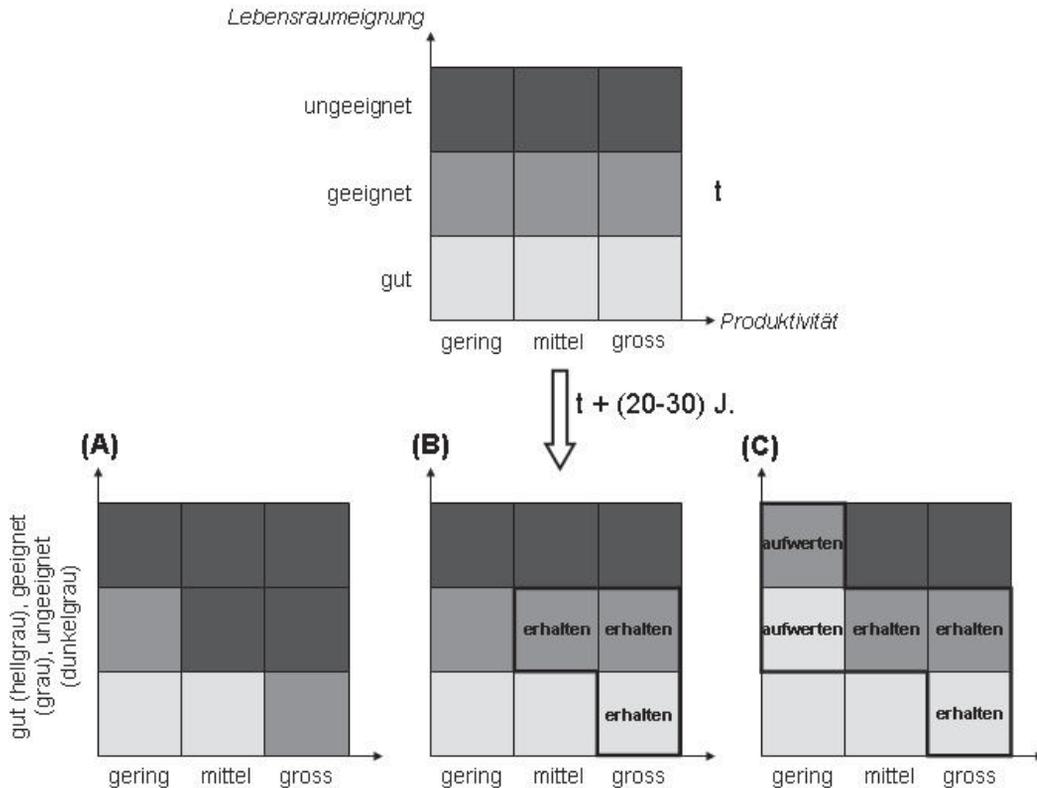
#### *Schutzwald als Chance für das Auerhuhn*

Die Förderung des Auerhuhns wird sich aber nicht alleine auf Waldreservate beschränken können. Denn eine Analyse von Bollmann

(2005) hat gezeigt, dass die Fortsetzung der aktuellen Politik bei der Planung und Ausscheidung von Waldreservaten nicht ausreichen wird, um in der Schweiz bis ins Jahr 2030 eine langfristig überlebensfähige Auerhuhnpopulation aufzubauen. Deshalb müssen die Ansprüche der Art an die Struktur und Zusammensetzung der Wälder auch in der forstlichen Bewirtschaftung von Sekundärhabitaten berücksichtigt werden. Konkret sind dies Schutz- und Wirtschaftswälder, die ein landschaftsökologisches Lebensraumpotenzial für das Auerhuhn aufweisen. Ein grosses Potenzial für die Integration von artspezifischen Lebensraumsprüchen haben jene Wälder im Alpenraum, deren primäre Funktion der Schutz vor Naturgefahren ist. Um diese Funktion optimal ausüben zu können, müssen Waldbestände in Schutzwäldern eine gute vertikale und horizontale Struktur aufweisen. Weil aber viele dieser Wälder auf ehemalige Aufforstungen zurückgehen und sich mittlerweile zu strukturarmen Altersklassenwäldern entwickelt haben, werden in naher Zukunft zahlreiche Eingriffe notwendig sein, um die Bestände forstlich aufzuwerten. Die Gruppenplenterung bietet dabei optimale Möglichkeiten, um die Ansprüche des Auerhuhns an seinen Lebensraum in die Bewirtschaftung der Schutzwälder zu integrieren. Denn sie fördert die Rottenstruktur und erhöht die Stabilität der Bestände gegenüber Stürmen, Schneedruck und Lawinen (Ott et al. 1997). Gleichzeitig werden lückige und heterogene Strukturen geschaffen sowie die Benennung des Bodens und das Angebot an inneren Grenzlinien und Deckungselementen erhöht. Empfehlungen für die artgerechte Behandlung von Waldbeständen sind in der Broschüre des BAFU (Mollet & Marti 2001) und im Artikel von Bollmann et al. (2008) publiziert.

#### *Wie viel guten Lebensraum braucht es?*

Die Notwendigkeit von forstlichen Lebensraumaufwertungen in einem Vorranggebiet bzw. Patch wird hauptsächlich von der Eignung der Waldbestände als Lebensraum für das Auerhuhn bestimmt. Generell geht man davon aus, dass im Streifgebiet einer Lokalpopulation bzw. in einem Forstrevier der Anteil von guten und



**Abb. 2.** Matrix mit neun Kategorien für die Notwendigkeit von forstlichen Massnahmen zur Aufwertung von Lebensräumen in Waldbeständen mit geringer, mittlerer und grosser Standortproduktivität und unterschiedlicher Eignung für das Auerhuhn. Ausgehend von einer (theoretischen) Situation zum Zeitpunkt  $t$  mit je einem Drittel gutem (hellgrau), geeignetem (grau) und ungeeignetem (dunkelgrau) Lebensraum wird sich das Verhältnis innerhalb von 20–30 Jahren bei einem Szenario «Laisser faire» (A) zu ungunsten der guten und geeigneten Lebensraumkategorien verschieben (2, 2 und 5 von 9 Kategorien). In einem Szenario «Status quo» (B) müssen für drei Kategorien (schwarz umrandet) forstliche Erhaltungsmaßnahmen ergriffen werden, um einen ausgeglichenen Anteil von je einem Drittel gutem, geeignetem und ungeeignetem Lebensraum zu erhalten. Für das Szenario «Turn around» (C) müssen für 5 von 9 Kategorien Massnahmen zur Erhaltung bzw. Aufwertung der aktuellen Lebensraumsituation ergriffen werden. Dieses Szenario entspricht dem Ziel des BAFU, den nutzbaren Lebensraum für das Auerhuhn in der Schweiz bis ins Jahr 2030 zu vergrössern (Tragfähigkeit erhöhen) und dem Auerhuhnbestand dadurch die Möglichkeit zur Erholung zu geben. Bei diesem Szenario resultieren  $\frac{4}{9}$  gute,  $\frac{1}{3}$  geeignete und  $\frac{2}{9}$  ungeeignete Lebensräume. – Matrix with nine categories for the need of habitat improvement by forestry measures for forest stands with poor (gering), intermediate (mittel) and high (gross) site productivity and different habitat suitability for Capercaillie. If forestry measures would not be taken within the next 20–30 years (scenario (A) «Laisser faire»), the ratio of good (light grey), suitable (grey) and unsuitable (dark grey) habitat would shift from one third each to 2, 2 and 5 out of nine categories, respectively. For the scenario «Status quo» (B), forestry measures have to be taken for three categories (bold border strip) so that even amounts of good, suitable, and unsuitable habitat will result. The respective number of categories for the scenario «Turn around» (C) is 5 out of 9. This scenario aims to increase the relative amount of good habitat to 4 out of 9 categories, provided that each category has the same area at time  $t$ .

geeigneten Waldbeständen mindestens je einem Drittel der Fläche umfassen sollte (Storch 1999). Das heisst, dass das primäre Ziel in einem Förderungsgebiet darin besteht, den An-

teil an ungeeigneten Waldbeständen auf weniger als einen Drittel der Waldfläche zu reduzieren (Abb. 2). Der Aufwand für ein solches Projekt wird massgeblich von der Standortpro-

duktivität der einzelnen Waldbestände im Projektperimeter und der Eignung der Bestände als Auerhuhnlebensraum beeinflusst: je grösser der Anteil an Beständen mit guter Lebensraumeignung und je geringer die Produktivität der Bestände, desto kleiner ist der Bedarf an forstlichen Aufwertungsmassnahmen. Weist ein Projektperimeter umgekehrt einen grossen Anteil an ungeeigneten Beständen auf produktiven Standorten auf, so sind umfangreichere und häufigere Aufwertungsmassnahmen notwendig, um den angestrebten Anteil von je einem Drittel guter und geeigneter Waldbestände zu erreichen.

Erfahrungen im Jura und in tiefer gelegenen Gebieten der Alpen haben gezeigt, dass die klimatisch und durch Nutzungsänderungen begünstigte «Verbuchung» der Wälder die Lebensraumqualität von Sekundärhabitaten in naher Zukunft stark beeinträchtigen wird (Sachot et al. 2008). In solchen Gebieten kann die Wirkung von Förderungsmassnahmen in wenigen Jahren zunichte gemacht werden, wenn die Buchenverjüngung intensiv ist und zu einer geschlossenen Strauchschicht führt. Deshalb muss die Erfolgchance von Massnahmen in Fichten-Tannen-Buchenwäldern mit hoher Verjüngungsgunst und guter Produktivität gutachterisch beurteilt werden. Bislang fehlen Kosten-Nutzen-Analysen von Förderungsmassnahmen in Buchen-fähigen Waldbeständen.

Neben den waldbaulichen Lebensraumaufwertungen kann die extensive Beweidung von Sekundärhabitaten eine kostengünstige Alternative für das Lebensraummanagement des Auerhuhns sein. Eine mässige Beweidung begrenzt die Verjüngung und fördert lückige, strukturierte Waldbestände. Das durch den Klimawandel begünstigte Vordringen der Buche in die von Nadelbäumen dominierten höheren Lagen des Juras und der Alpen dürfte mittelfristig die Kosten für die Lebensraumpflege in diesen Höhenlagen vergrössern. In diesen Gebieten stellt ein angepasstes Weidemanagement eine Alternative oder Ergänzung zu forstlichen Massnahmen dar. Ein Weidemanagement von Auerhuhnlebensräumen mit Nutztieren wird beispielsweise in Andorra erfolgreich ausgeübt. Dabei muss aber darauf geachtet werden, dass die Beweidung extensiv erfolgt und auf das Le-

bensraumziel ausgerichtet und an die Standortbedingungen angepasst wird.

#### *Störungen limitieren*

Die Untersuchungen von Thiel et al. (2008) haben gezeigt, dass Auerhühner auf Freizeitaktivitäten empfindlich reagieren können. Aus diesem Grund muss ein integrales Auerhuhn-Management den Aspekt der durch den Menschen verursachten Störungen berücksichtigen. Störungen beeinflussen die vorhandene Lebensraumqualität negativ und können die Tragfähigkeit eines an sich optimalen Lebensraums verringern. Generell dürften Lenkungskonzepte praktikabel sein, welche die Förderungsgebiete in permanent genutzte Zonen (Kerngebiet mit Winterlebensraum und Balzplatz) und saisonal genutzte Zonen einteilen. Zu den Lenkungsmassnahmen gehören zeitlich begrenzte Wegegebote oder Betretverbote – beides Massnahmen, die in gewissen Gebieten der Schweiz bereits angewendet werden (Mollet et al. 2008). Wegegebote sollen unvorhersehbare Störungen abseits der Wege verhindern, wo Langlaufloipen, Winterwanderwege, Schneeschuh-Wanderrouen oder Abfahrtspisten durch Auerhuhnlebensräume führen. Betretverbote sollen in regional bedeutenden Kerngebieten angewendet werden und dort, wo sich Auerhühner aus Gründen der Topografie oder des Waldbestandsmosaiks auf gewissen Flächen stark konzentrieren und daher in der nahen Umgebung keine alternativen Lebensräume existieren. Konkrete Massnahmen müssen die spezifischen Gegebenheiten in den einzelnen Vorranggebieten berücksichtigen und können mit den Bedürfnissen anderer physiologisch limitierter Wildtierarten kombiniert werden (z.B. Wildruhezonen für den Rothirsch). Bei einem räumlich unvermeidbaren Konflikt von Freizeitnutzung in Auerhuhngebieten muss mindestens darauf geachtet werden, dass zwischen Loipen, Pisten und Wegen und den permanent genutzten Lebensräumen ein Sichtschutz besteht, z.B. eine Baumreihe mit Nadelholzarten (Fichte). Auch das Verlegen eines Weges hinter eine Kuppe kann eine geeignete Massnahme sein. Forstliche Eingriffe zur Aufwertung der Lebensräume an empfindlichen Stellen

sollen einen bestehenden Sichtschutz erhalten und erst weiter davon entfernt im Waldbestand stattfinden.

### Fehlende Grundlagen und Ausblick

Im Zusammenhang mit den richtigen und an die heutige Situation angepassten Massnahmenpaketen für das Auerhuhn entzündet sich immer wieder die Frage nach der Notwendigkeit der Kontrolle von Beutegreifern. Dabei muss deutlich gemacht werden, dass die Reduktion des Fuchses nur als ergänzende Stützungsmassnahme in einem Massnahmenpaket sinnvoll sein kann, das primär die Vergrösserung der Fläche des Lebensraums und die Verbesserung seiner Qualität zum Ziel hat. Solche zeitlich meistens befristeten Stützungsmassnahmen machen auch die Zielkonflikte bei Artenförderungsprogrammen deutlich. Auerhühner können sehr wohl in Lebensgemeinschaften mit Beutegreifern überleben. Zur Stabilisierung eines negativen Bestandstrends wie beim Auerhuhn in der Kulturlandschaft Mitteleuropas kann es aber fallweise angebracht sein, mit Massnahmen auf alle bekannten limitierenden Faktoren (Lebensraum, Störungen, Beutegreifer) einzuwirken.

Die Geschichte des Auerhuhnschutzes in Mitteleuropa zeigt, dass die Dringlichkeit von Massnahmen oft zu spät erkannt oder dass zu spät gehandelt wurde. Die Erhaltung von Kleinstpopulationen, die Bestandsstützungen oder die Versuche mit Wiederansiedlungen von Zuchtvögeln waren durchwegs erfolglos (Storch 2000). Kleine Populationen mit wenigen Dutzend Vögeln sind generell einem grösseren Aussterberisiko ausgesetzt, auch wenn sich die Qualität des besiedelten Lebensraums nicht verschlechtert («Aussterbespirale»; Gilpin & Soulé 1986). Entsprechend ist es wichtig, die Förderungsmassnahmen frühzeitig zu ergreifen, wenn noch mehrere hundert Individuen in einem mehr oder weniger funktionierenden Populationsverbund (Metapopulation) existieren.

Die populationsbiologischen Modellberechnungen im Jura (Sachot 2002, Sachot & Perrin 2004) haben gezeigt, wie wichtig die Überlebensrate von Hennen für die Bestandsentwicklung ist. Diese Berechnungen beruhen auf Daten aus mehreren Ökosystemen, weil bis anhin

verlässliche demografische Parameter für die Schweizer Auerhuhnpopulationen fehlen. Populationsmodelle, die mit demographischen Parametern aus den Alpen und dem Jura berechnet würden, könnten das Wissen über die relative Bedeutung der bestandslimitierenden Faktoren des Auerhuhns sinnvoll ergänzen. Denn wir müssen annehmen, dass Unterschiede in der Qualität des Lebensraums und der Witterung zu regional unterschiedlichen Bestandsentwicklungen beitragen. Einen Schlüssel zur Erfassung von demografischen Parametern liefern die nicht-invasiven genetischen Analysen von Losungsproben. Erste Pilotstudien (Jacob & Bollmann 2006) haben gezeigt, dass das gezielte und wiederholte Beprobieren von ausgewählten und repräsentativen Lokalpopulationen wichtige Erkenntnisse zu Bestandsgrösse, Geschlechterverhältnis, Altersstruktur, Nachwuchs- und Einwanderungsrate liefern kann. Die genetischen Methoden haben ein grosses Potenzial für die Überwachung von heimlichen und seltenen Wildtierarten wie des Auerhuhns. Entsprechend plant die Schweizerische Vogelwarte, ein «genetisches Modul» ins nationale Monitoring des Auerhuhns einzubauen (s. auch Gugerli et al. 2008, Stadler et al. 2008). Bevor aber ein solches Modul standardmässig und landesweit eingesetzt werden kann, bedarf es noch weiterer Abklärungen in der Form von Pilotstudien. Dabei geht es insbesondere darum, die Sammeltätigkeit im Feld so zu optimieren, dass die Analysekosten im Labor minimiert und die Genauigkeit der Bestandsschätzungen maximiert werden, bei einer möglichst geringen Störung der Vögel im Lebensraum.

Die Forschung am Auerhuhn war in der Vergangenheit stark auf den Winterlebensraum ausgerichtet. Weil aber Hennen und Küken die Schlüsselgrössen in der Bestandsdynamik sind, ist es wichtig, mehr über die geschlechterspezifischen Lebensraumpräferenzen im Sommer und die Aufzuchthabitate zu wissen. Friedrich (2006) und Imhof (2007) haben dazu Grundlagen geliefert und gezeigt, dass offene Waldbestände mit einem hohen Anteil an Deckungs- und Strukturelementen wie tiefbeastete Einzelbäume, Rotten oder liegendes Totholz wichtige Sommerlebensräume sind. Die spezifischen Lebensraumpräferenzen von brütenden Hennen

und der räumliche und zeitliche Bedarf von Lebensraum- und Nahrungsressourcen kennen wir hingegen schlecht. Entsprechend können diese Ansprüche auch noch nicht ausreichend im Lebensraummanagement berücksichtigt werden. Auch Angaben über den Zusammenhang zwischen der Struktur eines Waldbestands, der Zusammensetzung der Zwergstrauchschicht und dem Angebot an Schmetterlingsraupen wären aufschlussreich. Dabei müssten auch die regionalen Unterschiede in den Waldtypen und Klimata berücksichtigt werden.

Die Studien von Thiel et al. (2008) haben gezeigt, dass sich der Freizeittourismus tatsächlich auf das Raumverhalten und die Physiologie der Auerhühner auswirkt. Es ist jedoch weiterhin unklar, was die konkreten Folgen davon sind. Prioritär müsste untersucht werden, ob regelmässige Fluchtreaktionen oder hohe Stresshormonkonzentrationen bei den Auerhühnern Gewichtsverluste, eine unterdrückte Reproduktion oder andere negativen Auswirkungen auf die Fitness zur Folge haben.

Die populationsgenetischen Studien haben Hinweise über die genetische Differenzierung der untersuchten Populationen und den Austausch von Individuen geliefert (Regnaut 2002, Jacob 2006). In Kombination mit räumlich expliziten Modellen über die Ab- und Zuwanderung von Auerhühnern (Dispersionsmodelle; z.B. Graf et al. 2007) können Instrumente entwickelt werden, um den Austausch zwischen Populationen und damit die langfristigen Überlebenschancen von Metapopulationen unter sich verändernden Umweltbedingungen und Besiedlungsszenarien abzuschätzen.

**Dank.** Wir danken allen Personen, die uns während der vergangenen Jahre bei unseren Forschungsvorhaben unterstützt haben. Sie sind namentlich in den Verdankungen der einzelnen Projekte in diesem Heft erwähnt. Ohne ihre Hilfe wäre es uns nicht möglich gewesen, in dieser kurzen Zeit so viele Erkenntnisse über die Naturschutzbiologie des Auerhuhns zusammenzutragen. Ein spezieller Dank geht an die Mitglieder der IUCN Grouse Specialist Group, die uns an ihren Erfahrungen teilhaben liessen und uns an den Tagungen und Exkursionen motiviert haben. Finanzielle Unterstützung für die einzelnen Projekte erhielten wir von folgenden Institutionen: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Hofer-Woodhead Stiftung, Internationaler Rat zur Erhaltung des Wildes und der Jagd CIC, Janggen-Pöhn Stiftung, Kanton St. Gallen,

Lotteriefonds Schwyz, MAVA Stiftung für Naturschutz, Schweizerischer Nationalfonds und Zürcher Tierschutz.

### Zusammenfassung

In mehreren Forschungsprojekten wurden in den letzten 10 Jahren die Grundlagen für ein nationales Artenförderungsprogramm Auerhuhn erarbeitet. Wir haben in diesem Artikel die wichtigsten Resultate dieser Projekte zusammengefasst, naturschutzbiologisch interpretiert und schematisch dargestellt. Die Analyse zeigte, dass für ein Artenförderungsprogramm eine grossräumig konzipierte Strategie erforderlich ist, die Gebietsschutz und Lebensraumaufwertung kombiniert und klare räumliche Prioritäten setzt. Dabei empfehlen wir, das landschafts-ökologische Lebensraumpotenzial für das Auerhuhn, die aktuelle Verbreitung der Lokalpopulationen und das Waldbestandsmosaik der besiedelten Lebensräume zu berücksichtigen. Weiter ist auch den Unterschieden zwischen den Auerhuhnlebensräumen des Jura und der Voralpen und Zentralalpen Rechnung zu tragen, indem die Gefährdungsfaktoren regional gewichtet werden. Um die Ziele des nationalen Aktionsplans erreichen zu können, muss hauptsächlich die Lebensraumqualität der Primärhabitats erhalten und der Anteil und die Qualität der Sekundärhabitats erhöht werden. Dies wird am besten über Waldreservate und die Integration der artspezifischen Lebensraumansprüche in die Bewirtschaftung von Schutzwäldern erreicht. Ein integrales Lebensraummanagement erfordert zudem regional und lokal angepasste Lösungen zur Reduktion menschlicher Störungen in Vorranggebieten des Auerhuhns.

### Literatur

- ALDERMAN, J., D. MCCOLLIN, S. A. HINSLEY, P. E. BELLAMY, P. PICTON & R. CROCKETT (2005): Modelling the effects of dispersal and landscape configuration on population distribution and viability in fragmented habitat. *Landsc. Ecol.* 20: 857–870.
- BOLLMANN, K. (2005): Waldreservate und Auerhuhn: ein erfolgversprechendes Duo? S. 1–4 in: SGW (Hrsg.): Tagungsbericht des Symposiums «Grossschutzgebiete, Wildtiere und Menschen». Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie, Biosphäre Entlebuch, Flühli LU.
- BOLLMANN, K., A. FRIEDRICH, B. FRITSCH, R. F. GRAF, S. IMHOF & P. WEIBEL (2008): Kleinräumige Habitatnutzung des Auerhuhns *Tetrao urogallus* im Alpenraum. *Ornithol. Beob.* 105: 53–61.
- BOLLMANN, K. & R. F. GRAF (2008): Wie beeinflussen Lebensraumangebot und -fragmentierung die Verbreitung von Lokalpopulationen beim Auerhuhn? *Ornithol. Beob.* 105: 45–52.
- BOLLMANN, K., R. F. GRAF & W. SUTER (submitted):

- Quantitative predictions for patch occupancy of capercaillie in fragmented habitats. *Conserv. Biol.*
- BOLLMANN, K. & G. JACOB (2006): A multidisciplinary approach to detect significant units for the conservation of Alpine capercaillie. S. 17. in: L. SOLYOM & M. PERSANYI (eds): Proceedings of the 1<sup>st</sup> European Congress of Conservation Biology, Eger, Hungary.
- BOLLMANN, K., V. KELLER, N. ZBINDEN & W. MÜLLER (2002): Prioritäre Vogelarten für Artenförderungsprogramme in der Schweiz. *Ornithol. Beob.* 99: 301–320.
- FRIEDRICH, A. (2006): Das Auerhuhn in Mittelbünden: Verbreitung und geschlechterspezifische Nutzung des Lebensraums im Sommer. Dipl.arb. Departement Biologie. Eidg. Technische Hochschule ETH, Zürich. 41 S. + Appendix.
- GILPIN, M. E. & M. E. SOULÉ (1986): Minimum viable populations: processes of species extinction. S. 18–34 in: M. E. SOULÉ (ed.): Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Sunderland.
- GRAF, R. F., K. BOLLMANN, W. SUTER & H. BUGMANN (2004): Using a multi-scale model for identifying priority areas in capercaillie (*Tetrao urogallus*) conservation. S. 84–90 in: R. SMITHERS (ed.): 12<sup>th</sup> annual IALE (UK) conference «Landscape ecology of trees and forests». International Association for Landscape Ecology, UK Region, and Woodland Trust, Cirencester. – (2005): The importance of spatial scale in habitat models: capercaillie in the Swiss Alps. *Landsc. Ecol.* 20: 703–717. – (2006): On the generality of habitat suitability models: a case study of capercaillie in three Swiss regions. *Ecography* 29: 319–328.
- GRAF, R. F., S. KRAMER-SCHADT, N. FERNANDEZ & V. GRIMM (2007): What you see is where you go? Modeling dispersal in mountainous landscapes. *Landsc. Ecol.* 22: 853–866.
- GRIMM, V. & I. STORCH (2000): Minimum viable population size of capercaillie *Tetrao urogallus*: results from a stochastic model. *Wildl. Biol.* 6: 219–225.
- GUGERLI, F., G. JACOB & K. BOLLMANN (2008): Molekulare Marker erzählen aus dem Geschichtenbuch: Auerhuhn-Populationsgenetik in den Schweizer Alpen. *Ornithol. Beob.* 105: 77–84.
- IMHOF, S. (2007): Verbreitung und Habitatnutzung des Auerhuhns im Waldreservat Amden. Dipl.arb. Geographisches Institut. Univ. Zürich, Zürich. 49 S.
- JACOB, G. (2006): Conservation genetics of the Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) in the Swiss Alps. Diss. Univ. Zürich.
- JACOB, G. & K. BOLLMANN (2006): Molecular genetic analyses of capercaillie samples collected at the local population Schwägälp (SG) in 2000, 2001, 2003, 2004 and 2005. Unpubl. Bericht. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. 7 S.
- MOLLET, P., B. BADILATTI, K. BOLLMANN, R. F. GRAF, R. HESS, H. JENNY, B. MULHAUSER, A. PERRENOUD, F. RUDMANN, S. SACHOT & J. STUDER (2003): Verbreitung und Bestand des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Schweiz 2001 und ihre Veränderungen im 19. und 20. Jahrhundert. *Ornithol. Beob.* 100: 67–86.
- MOLLET, P. & C. MARTI (2001): Auerhuhn und Waldbewirtschaftung. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 21 S.
- MOLLET, P., B. STADLER & K. BOLLMANN (2008): Aktionsplan Auerhuhn Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweizerische Vogelwarte und Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Bern.
- OTT, E., M. FREHNER, H.-U. FREY & P. LÜSCHER (1997): Gebirgsnadelwälder: ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Haupt, Bern.
- REGNAUT, S. (2002): Population genetics of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in the Jura and the Pyrenees: a non-invasive approach to avian conservation genetics. PhD thesis Department of Ecology and Evolution. University of Lausanne, Lausanne. 180 S.
- SACHOT, S. (2002): Viability and management of an endangered capercaillie (*Tetrao urogallus*) metapopulation. Diss. Department of Ecology and Evolution. University of Lausanne, Lausanne. 118 S.
- SACHOT, S., L. FUMAGALLI & P. MOLLET (2008): Das Auerhuhn im Jura: Qualität des Lebensraums, Demographie, Habitatwahl und nicht-invasive genetische Untersuchungen. *Ornithol. Beob.* 105: 97–106.
- SACHOT S. & N. PERRIN (2004): Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Western Switzerland: viability and management of an endangered grouse metapopulation. S. 384–396 in H. R. AKÇAKAJA, M. A. BURGMAN, O. KINDVALL, C. C. WOOD, P. SJÖGREN-GULVE, J. S. HATFIELD & M. A. MCCARTHY (eds): Species conservation and management: case studies. Oxford University Press, New York.
- STADLER, B., R. SCHNIDRIG, P. MOLLET, R. SPAAR, U. REHSTEINER & K. BOLLMANN (2008): Der Aktionsplan Auerhuhn Schweiz – Die nationale Strategie zum Schutz und zur Förderung des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Schweiz. *Ornithol. Beob.* 105: 117–121.
- STORCH, I. (1999): Auerhuhnschutz – Aber wie? Ein Leitfaden. Wildbiologische Gesellschaft München e.V., Ettal. 43 S.
- STORCH, I. (ed.) (2000): Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2000–2004. WPA/BirdLife/SSC Grouse Specialist Group. IUCN, Gland and Cambridge, and the World Pheasant Association, Reading. 112 S.
- THIEL, D., S. JENNI-EIERMANN & L. JENNI (2008): Der Einfluss von Freizeitaktivitäten auf das Fluchtverhalten, die Raumnutzung und die Stressphysiologie des Auerhuhns *Tetrao urogallus*. *Ornithol. Beob.* 105: 85–96.