

Habitatwahl von Auerhühnern (*Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758): im Herkunftsgebiet Russlands und nach der Translokation in Thüringen*

CHRISTOPH UNGER & SIEGFRIED KLAUS

Zusammenfassung

Von 1999 bis 2003 wurden im Thüringer Schiefergebirge im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für den Bau des Pumpspeicherwerkes Goldisthal und der Talsperre Leibis 145 russische Wildfang-Auerhühner ausgesetzt. Die Vögel kamen aus den Gebieten Jaroslawl und Kostroma, ca. 300 und 600 km NE von Moskau gelegen.

Ziel der Arbeit ist der Habitatvergleich zwischen Fang- und Auswilderungsgebiet. Dazu wurden mit der Probekreismethode die Habitatstrukturen an 243 Nachweispunkten in Thüringen und an 264 Nachweispunkten in Russland erfasst. Um einen Vergleich zwischen Angebot und Nutzung durchführen zu können, wurden in den Untersuchungsgebieten jeweils 200 Zufallspunkte beschrieben. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe logistischer Regressionsanalysen, die folgende Hauptergebnisse erbrachten:

In Thüringen war die Anzahl Fichten je ha (Median: 732) an den Nachweispunkten deutlich höher als in Russland (Median: 255). Die Anzahl Kiefern je ha (Median: 154) war in Thüringen in Probeflächen mit Auerhühnnachweisen deutlich niedriger als in Russland (Median: 265). Der Median des Bestandsschlussgrades in den genutzten Habitaten lag in Thüringen bei 60 % und in Russland bei 65 %.

Ein Vergleich der Bodenvegetation an Nachweispunkten in Thüringen (n=243) und Russland (n=264) erbrachte für folgende Parameter hochsignifikante Unterschiede: Gesamtdeckung der Bodenvegetation, Deckungsgrad der Baumverjüngung und der Gräser und Kräuter. Weiterhin konnte ein signifikanter Unterschied für den Deckungsgrad der Ericaceen ermittelt werden. Alle betrachteten signifikanten Parameter der Bodenvegetation wiesen in den russischen Lebensräumen höhere prozentuale Deckungsgrade auf.

Mit Hilfe logistischer Regressionsanalysen wurden folgende, für das Vorkommen von Auerhühnern bedeutende Habitatparameter ermittelt: In Thüringen erklären die unabhängigen Variablen Kiefer als bevor-

zugte Baumart, Schlussgrad des Waldbestandes, Höhe der Ericaceen und das Baumalter die Habitatwahl. In Russland sind es die unabhängigen Variablen Kiefer als bevorzugte Baumart, Deckungsgrad der Ericaceen und Deckungsgrad der Baumverjüngung, die die Habitatwahl der Auerhühner erklären. Im russischen Untersuchungsgebiet findet man flächendeckend gute bis sehr gute Auerhühnhabitate. Der Unterschied zwischen Angebot und Nutzung ist nur gering. In Thüringen hingegen sind die Auerhühnlebensräume stark fragmentiert: Gute Habitate sind fleckenartig über die Landschaft verteilt, und die Vögel suchen gezielt die lichten Altholzstadien, mit einer gut ausgeprägten Ericaceen-Vegetation am Boden auf. Im Vergleich der beiden Gebiete zeigt sich eine hohe Übereinstimmung der von den Auerhühnern genutzten Habitate. Die Habitatanalysen können eine Grundlage für die Erarbeitung von praktischen Empfehlungen für den Auerhuhnschutz in Thüringen liefern, speziell in den Auerhuhnschutzgebieten mit der Zielart Auerhuhn.

Abstract

Habitat choice of wild caught Capercaillie (*Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758) in area of origin in Russia and in release Area in Thuringia

Between 1999 and 2003, 145 Western Capercaillies caught in the wild in Russia were translocated to the Schiefergebirge area of Thüringen (Germany) as part of compensatory environmental replacement measures for the construction of the Goldisthal pumped storage plant and the Leibis reservoir. The birds came from the Yaroslavl' and Kostroma areas, ca. 300 and 600 km NE of Moscow.

A comparison of the habitats at the trapping and release sites appeared to be especially important. To study this, habitat structures at 243 record locations in Thüringen

* Dem langjährigen Kurator für Ornithologie am Naturkundemuseum Erfurt, Herbert Grimm, zum 70. Geburtstag gewidmet.

and 264 in Russia were analysed using the sample circle method. In order to compare availability and utilization, 200 random points were described in each of these study areas. The comparison was made using logistic regression analysis, which resulted in the following principal findings:

In Thüringen, the number of spruce trees per ha (median: 732) at the record locations was clearly higher than in Russia (median: 255). The number of pine trees per ha (median: 154) in Thüringen was much lower than in Russia (median: 265). The median degree of canopy cover in the occupied habitats in Thüringen was 60%, in Russia 65%.

A comparison of the ground vegetation at the locations in Thüringen (n=243) and Russia (n=264) showed significant differences in the following parameters: Total degree of coverage by ground vegetation, degree of coverage by tree regeneration, grass, and herbs. Also, there was a significant difference in the degree of coverage by ericaceous plants. All of the observed significant ground vegetation parameters showed higher degrees of ground coverage in the Russian habitats.

With the help of logistic regression analysis the following habitat parameters were established as important for the occurrence of Capercaillies:

In Thüringen, habitat choice is best explained by the independent variables pine as preferred tree, degree of forest canopy cover, height of the ericaceous vegetation, and tree age. In Russia, the independent variables that best explain habitat choice are pine as preferred tree, degree of coverage by ericaceous plants, and degree of coverage by tree regeneration. These variables have a significant effect on Capercaillie habitat choice in Thüringen and Russia.

In the Russian study area, good or very good Capercaillie habitats are found in abundance so that the difference between the level of available and occupied habitat is very often only slight. By contrast, in Thüringen, habitat suitable for the species is fragmented, with good habitats being distributed patchily throughout the landscape. The birds seek out stands of mature trees with plenty of clearings and a well established ericaceous ground cover. A comparison of the two regions shows a high correspondence in the habitats preferred by Capercaillies. The habitat analysis could provide a base for the elaboration of protection recommendations for capercaillie, especially

in the special protected areas (SPA) with target species Capercaillie.

Key words: Aves, *Tetrao urogallus*, Capercaillie, habitat choice, Russia, Thuringia, translocation, ecology

1. Einleitung

Das Auerhuhn (*Tetrao urogallus* L.) ist das größte eurasische Raufußhuhn mit ausgeprägtem Geschlechtsdimorphismus. Sein natürlicher Lebensraum und das Hauptverbreitungsgebiet sind die lichten borealen Nadelwälder der Taiga. Ihre Verbreitung reicht von der Iberischen Halbinsel im Westen bis an den Baikalsee im Osten (POTAPOV 1985, KLAUS et al. 1989, DEL HOYO et al. 1994, COPPES et al. 2015, LECLERCQ & MENONI 2018). Fast alle Teilpopulationen innerhalb dieses Areals weisen eine starke Bindung an koniferenreiche Waldgesellschaften auf.

In den meisten Regionen Mitteleuropas ist das Auerhuhn seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts in starkem Rückgang begriffen (GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. 1973, KLAUS et al. 1989, STORCH 2000, BERGMANN 2003, KLAUS & BERGMANN 2004). Mit der Intensivierung der Forstwirtschaft ab Mitte des 20. Jahrhunderts und des damit einhergehenden Lebensraumverlustes auf großer Fläche starb das Auerhuhn in den meisten Gebieten Mitteleuropas aus. Es überlebten in einigen Mittelgebirgen nur isolierte Restvorkommen (KLAUS & BERGMANN 1994, KLAUS & BERGMANN 2004).

Artenhilfsprojekte dienen der Rettung hoch bedrohter Arten, die eine Stützung des Bestandes mit gezüchteten Tieren oder Wildfängen einbeziehen können. Schutzbemühungen um das Auerhuhn begannen in Deutschland schon vor Jahrzehnten, verstärkt in den 1970er Jahren, als man z. B. im Bayerischen Wald (SCHERZINGER 2003) oder im Harz (EICHLER & HAARSTICK 1995) mit der Aussetzung von Zuchtvögeln begann. Eine detaillierte Zusammenstellung und kritische Bewertung der Auerhuhn-Aussetzungsprojekte in Deutschland nahmen KLAUS (1997), KLAUS & BERGMANN (2004), SIANO & KLAUS (2013) und SIANO & PERTL (2018) vor.

In Thüringen wurde in den 1970er und 1980er Jahren eine starke Abnahme des Auerhuhnbestands mit großem Arealverlust registriert (KLAUS et al. 1982, KLAUS 1995). Das war die Ursache für den Beginn einer Bestandsstützung mit gezüchteten Vögeln ab 1991, die die Rest-

population auf niedrigem Niveau halten konnte und das Aussterben bis heute verhinderte.

Basierend auf positiven Erfahrungen in Schottland (HARVIE-BROWN 1888), Russland (ROMANOV 1988) und in Nordamerika (REESE & CONELLY 1997) wird Bestandstützung und Wiederansiedlung von Raufußhühnern mittels Translokation von Wildfängen empfohlen (BERGMANN et al. 2000) und aktuell in Thüringen (UNGER & KLAUS 2007) und in Brandenburg (ZIMMERMANN & THIELEMANN 2018) realisiert.

Von Ende 1999 bis Ende 2003 wurden im Zuge von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für den Bau des Pumpspeicherwerkes Goldisthal und der Talsperre Leibis 145 in freier Wildbahn gefangene Auerhühner im Thüringer Schiefergebirge ausgesetzt. Die Vögel stammen aus der borealen Nadelwaldzone Russlands, aus dem Raum Jaroslawl, 300 km und Kostroma, ca. 600 km NE von Moskau gelegen. Im Vorfeld der Translokation wurden 600 ha Waldflächen im Auswilderungsgebiet für die Auerhühner verbessert (GRAF 2001). Das Translokationsprojekt mit russischen Wildfang-Auerhühnern wurde im Rahmen einer Diplomarbeit (GRAF & KLAUS 2001) im Jahr 2000 und einer Dissertation (UNGER 2009) von 2002 bis 2007 wissenschaftlich begleitet.

Ziel war die wissenschaftliche Erfolgskontrolle und Bewertung des Artenschutzprojekts und die Klärung ökologischer Ansprüche der umgesiedelten Vögel. Sie sollten die Grundlage für langfristige Maßnahmen zur Optimierung des Lebensraumes und der Erhaltung der Zielart Auerhuhn in den EU-Vogelschutzgebieten im Thüringer Schiefergebirge bilden (WIESNER et al. 2007). Dazu wurden Raum- und Habitatnutzungsverhalten der umgesiedelten Auerhühner, Überleben und Verlustursachen telemetrisch ermittelt (UNGER & KLAUS 2012).

Erstmalig wurden vergleichende Waldinventuren im Fanggebiet Russlands und im Ansiedlungsgebiet Thüringens realisiert. Dazu wurden an Auerhuhn-nachweis- und Zufallspunkten der voneinander weit entfernten Räume Habitatparameter ermittelt. Früher waren bereits Teile der Thüringer Auerhuhnlebensräume mit anderen Methoden charakterisiert worden (KLAUS et al. 1985, BUTTIG 1996). Die Auerhuhn-Lebensräume im Alpenraum, im Schwarzwald und in Skandinavien beschreiben z. B. STORCH (1993a, 1995b), PÜRKAUER (1994), SCHROTH (1994) und GRAF

et al. (2007). In neuerer Zeit untersuchten z. B. SIANO (2008) im Harz, BOLLMANN et al. (2013) in der Schweiz sowie ZIMMERMANN & THIELEMANN (2018) in der Niederlausitz die Habitategenschaften von Auerhuhnlebensräumen und entwickelten daraus Habitatmodelle. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie und den Erfahrungen aus anderen Gebieten (z. B. KLAUS et al. 1989, BOOCK & PAPE 1995, STORCH 1999, KORTLAND 2006, BRAUNISCH & SUCHANT 2007, BAFU 2008) können Empfehlungen abgeleitet werden als Basis für den Auerhuhnschutz in Thüringen.

2. Untersuchungsgebiete

2.1. Das Herkunftsgebiet in Russland

Die Herkunftsgebiete der Wildfang-Auerhühner in Russland befinden sich 300–600 km nördlich bzw. nordöstlich von Moskau in den Bezirken Jaroslawl und Kostroma. Die Untersuchungsgebiete sind zu ca. 70–80% bewaldet. Die restlichen Flächen sind landwirtschaftlich genutzt bzw. in ihrer Nutzung aufgelassen und zeigen oft die frühen Wald-Sukzessionsstadien mit Birke und Kiefer. Die großen zusammenhängenden Wälder des Gebietes liegen an der Südgrenze der borealen Taiga, die auch als südliche Taiga bezeichnet wird. Sie gehört zur lichten Taiga der Kiefernwälder (WALTER 1974). Die Wälder unterliegen, soweit es möglich ist, einer forstlichen Nutzung. Das Holz wird im Kahlschlag abgetrieben und danach werden die Flächen der Sukzession überlassen. In den verschiedenen Waldentwicklungsstadien kommen Auer-, Birk- und Haselhühner häufig vor. Die Kahlschläge sind zwischen ein und zehn Hektar groß. Oft waren es nur kleine Parzellen mitten im Waldbestand, so dass die Wälder im Gebiet noch einen geringen Fragmentierungsgrad aufwiesen, was sich auch in der Dichte der drei o. g. Raufußhuhnarten widerspiegelte. Verschiedene Waldteile waren noch als Primärwald zu erkennen und der Erschließungsgrad der Wälder war gering. Es existierte zum Zeitpunkt der Untersuchung in den Jahren 2002/ 2003 fast kein Wegenetz.

2.1.1. Klimatische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der kontinentalen Klimazone, die durch starke jahreszeitliche Temperaturschwankungen und relative Niederschlagsarmut

geprägt ist. Das Kontinentalklima zeichnet sich durch kalte lange Winter und kurze mäßig warme bis warme Sommer sowie wenig Niederschläge aus (Goudie 1995). Zur Beschreibung der klimatischen Verhältnisse wurde das in Walter (1974) beschriebene, ca. 180 Kilometer nordwestlich gelegene Gebiet um Wologda herangezogen. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Jahr beträgt 550 mm, wobei zwischen November und März 150 mm als Schnee fallen. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 1,8 °C.

Der Winter im Untersuchungsgebiet beginnt Anfang November. Die geschlossene Schneedecke mit Höhen zwischen 1–1,5 m liegt von Ende November bis Anfang April. Die Temperaturen im Winter fallen unter –30 °C. Die Durchschnittstemperatur im Gebiet von Wologda zwischen November und März liegt bei –8,8 °C.

2.1.2. Topografie, Geologie, Vegetation

Das Gebiet weist Höhen zwischen 60 und 170 m ü. NN auf. Die Landschaft trägt flach-hügelligen Charakter, herausragende Berge gibt es nicht. Die größten Höhenunterschiede findet man zwischen den Flusstälern und der Umgebung, wobei diese Unterschiede höchstens 20–50 m betragen (Abb. 1).

Der Untergrund des Gebietes ist sandig und die typischen Böden sind Podsole, bei starker Vernässung auch Gleit- und Torfböden. Diese armen Böden bilden eine ideale Voraussetzung für die Besiedlung durch die Kiefer (*Pinus sylvestris*, Walter 1974).

Die Hauptbaumarten in den Wäldern sind Kiefer, Fichte (*Picea abies*), Birke (*Betula pubescens*) und Aspe (*Populus tremula*). In geringem Umfang findet man auch Erlen (*Alnus glutinosa*), Weiden (*Salix spec.*) und Ebereschen (*Sorbus aucuparia*) eingestreut. Der relativ hohe Anteil von Birke und Aspe deutet darauf hin, dass die Waldflächen teilweise durch unregelmäßige Holznutzung oder Waldbrände degradiert wurden. Nach der Befragung von Einheimischen sind Waldbrände häufig und meist anthropogen bedingt.

Am häufigsten im Untersuchungsgebiet sind die Kiefernwaldgesellschaften (*Pineta sphagnosa*) mit Torfmoosen (*Sphagnum spec.*) als Leitarten und an trockeneren Standorten auch *Pineta cladinos* mit der Flechte *Cladonia alpestris* als Leitart (Walter 1974). Bei günstigeren Bodenverhältnissen findet man die Fichten-Heidelbeerwaldgesellschaft (*Piceetum myrtillosum*)

und Subassoziationen mit der Fichte als vorherrschende Baumart und der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) als Leitart (Hofmann 1997).

2.2. Das Aussetzungsgebiet im Thüringer Schiefergebirge

Das Auswilderungsgebiet im Thüringer Schiefergebirge befindet sich in den Landkreisen Saalfeld, Sonneberg und Ilmkreis und repräsentiert die typische Mittelgebirgslandschaft Thüringens. Es ist gekennzeichnet durch z. T. recht ausgedehnte Plateaulagen, die immer wieder von tief eingeschnittenen Tälern unterbrochen werden (Hiekel et al. 2004, Abb. 2).

Das Luftbild zeigt eine geschlossene Waldlandschaft, die allerdings einen recht hohen Erschließungsgrad durch Verkehrs- und Forstwege sowie Siedlungen erkennen lässt. Die Siedlungen befinden sich in den Tälern entlang der Bachläufe oder auf den Höhenrücken. Das Gebiet ist zu 75–80 % bewaldet. Die restlichen 20 % sind Siedlungen bzw. landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Höhen liegen zwischen 550 und 860 m ü. NN. Die höchsten Erhebungen befinden sich im Südtail um Neuhaus und Steinheid (800–860 m ü. NN). Hier findet man eine Bewaldung von über 90 %. Das Untersuchungsgebiet gehört nach der naturräumlichen Gliederung Thüringens zum Naturraum „Hohes Thüringer Schiefergebirge-Frankenwald“ (Hiekel et al. 2004).

2.2.1. Klimatische Verhältnisse

Das Thüringer Schiefergebirge ist Bestandteil des Klimabezirkes „Frankenwald“ im Klimagebiet „Deutsches Mittelgebirgsklima“ (Hiekel et al. 2004).

Das gesamte Untersuchungsgebiet ist durch lange und schneereiche Winter gekennzeichnet. Der mittlere Jahresniederschlag steigt von Norden (Leelage) mit 700–800 mm nach Süden (Luvlage) auf 1000–1200 mm an. In den höchsten Lagen des Untersuchungsgebietes um Neuhaus und Steinheid fallen bis 1400 mm Niederschlag im Jahr (Hiekel et al. 2004). Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt im gesamten Gebiet 5–6 °C, das Januar-mittel –3 °C und das Julimittel 14–15 °C.

2.2.2. Topografie, Geologie, Vegetation

Das Thüringer Schiefergebirge zeichnet sich durch eine reiche Vertikalstrukturierung aus, wobei anders als im Thüringer Wald ausgesprochene Kammlagen nicht auf-



Abb. 1: Typische Landschaft im Herkunftsgebiet der Auerhühner in Russland, im Bezirk Kostroma. Der hohe Anteil an Pionierbaumarten im Vordergrund ist kennzeichnend für die sekundäre Wiederbewaldung (alle Fotos: C. Unger).



Abb. 2: Typische Landschaft im Aussetzungsgebiet im Thüringer Schiefergebirge.

treten. Man findet Bergkuppen und Hochplateaulagen mit Höhen zwischen 650 und 860 m ü. NN. Durch zahlreiche tief eingeschnittene Bachtäler, gliedert sich das Gebiet in einzelne Plateauflächen (KAISER 1955). Von den Plateaulagen aus nimmt die Hangneigung allmählich zu und erreicht in den mittleren und unteren Hangbereichen Werte von 20°–35°.

Der geologische Untergrund besteht vorwiegend aus quarzitischen Schiefern, Quarziten und Tonschiefern. Das Bodenmosaik des Schiefergebirges besteht aus Braunerden, Staugleyen und Braunpodsoles (SEIDEL 1995).

Das Thüringer Schiefergebirge ist zu 80–85 % bewaldet. Ein großer Teil wird von der Fichte bestockt (ca. 80 %). Die Waldstruktur wird zum größten Teil durch einschichtige Altersklassenwälder bestimmt. Im Nordteil des Auswilderungsgebietes sind die Fichtenbestände oft mit Kiefern durchmischt oder als reine Kiefernbestände zu finden. BUTTIG (1996) ermittelte für den Nordteil des Untersuchungsgebietes einen Kiefernanteil von 32 %. Die Lärche ist mit einem Anteil von 3 % vertreten. Der Anteil an Laubgehölzen (Rotbuche, Eiche, Birke, Eberesche, Aspe) beträgt 10 % (BUTTIG 1996).

Der Südteil des Untersuchungsgebietes zwischen Neuhaus und Siegmundsburg weist die höchsten Erhebungen des Schiefergebirges (800–860 m) auf. Hier stehen auf 95 % der Fläche reine Fichtenforste. Der Anteil von Kiefer und Lärche liegt bei < 2 % und Rotbuchen und Weichlaubhölzer haben einen Anteil von 3 % (BUTTIG 1996). Lichte Strukturen, die durch Schneebruch in den höchsten Lagen entstanden, bedingen lokal noch eine gut ausgebildete Beerkrautvegetation am Boden.

Vorherrschende Waldgesellschaft im gesamten Untersuchungsgebiet ist die der Fichtenforste mit folgenden am häufigsten vorkommenden Assoziationen: Wollreitgras-Fichtenwald *Calamagrostio villosae-Piceetum abietis*, Drahtschmielen-Fichtenforst *Avenello-Cultopiceetum abietis* und Blaubeer-Fichtenforst *Myrtillo-Cultopiceetum abietis*. Im Nordteil kommen auch Kiefernforstgesellschaften vor. Die häufigsten Assoziationen sind die Blaubeer-Kiefernforste *Myrtillo-Cultopinetum sylvestris* und die Sauerklee Blaubeer-Kiefernforste *Oxalido-Myrtillo-Cultopinetum sylvestris* (HOFMANN 1997).

3. Material und Methode

3.1. Habitatanalyse

Habitatanalysen wurden sowohl im Fanggebiet der Au-erhühner in Russland als auch im Auswilderungsgebiet in Thüringen durchgeführt. Mit dem Probekreisverfahren (SEWITZ & KLAUS 1997) wurden an den Fundorten der Tiere und an zufällig ausgewählten Punkten in Thüringen (n=243) und Russland (n=264) folgende wichtige Habitatparameter aufgenommen und miteinander verglichen: Kiefern je ha, Fichten je ha, Bestandesalter, Bestandesschlussgrad, Gesamtdeckung der Bodenvegetation, Höhe der Ericaceen, Deckungsgrad der Ericaceen, Deckungsgrad der Baumverjüngung, Deckungsgrad der Gras- und Krautvegetation. Ein Baum wurde der Baumschicht zugerechnet, wenn er mindestens drei Meter hoch war und einen Durchmesser von zehn Zentimetern aufwies.

Zusätzlich wurde die Höhe und Vitalität der Heidelbeere erfasst. Hauptfaktor der Vitalitätseinschränkung im Thüringer Untersuchungsgebiet ist der Verbiss durch Schalenwild und der Eintrag von Stickstoff. Es wurden nach SCHROTH (1994) folgende drei Vitalitätsstufen abgegrenzt:

1. Vital: Ericaceen sind nicht geschädigt
2. Beeinträchtigte Vitalität: Ericaceen zeigen eingeschränkte Fruktifikation und geringere Wuchshöhen durch Wildverbiss, bzw. sie werden von Gräsern und Moosen verdrängt
3. Stark beeinträchtigte Vitalität: Ericaceen weisen kaum noch Fruktifikation auf und sind flächig durch Wildverbiss auf Wuchshöhen von unter 15 cm reduziert

Für die genaue Ermittlung des Bestandesalters an den Nachweis- und Zufallspunkten in Thüringen wurden die Forsteinrichtungsdaten der Landesforstverwaltung genutzt.

Für die russischen Untersuchungsgebiete standen solche Daten nicht zur Verfügung, so dass hier das Bestandsalter geschätzt wurde. Diese Schätzungen wurden durch stichprobenartige Auszählung der Jahresringe an Standorten mit aktueller forstlicher Tätigkeit überprüft.

Bei dem oben genannten Probekreisverfahren bilden vier Vegetationsaufnahmekreise mit einem Radius von jeweils 10 m ein Raster. Der Zentralkreis entspricht

dem Nachweispunkt und um diesen herum wurden sternförmig im Abstand von 30 m drei weitere Kreise beschrieben. Je Probekreis wurde eine Fläche von 314 m² erfasst, woraus sich für ein Raster eine Fläche von 1256 m² ergibt. Mit dieser Fläche wird ein repräsentativer Ausschnitt aus dem besiedelten Lebensraum der Auerhühner charakterisiert.

Zur Ermittlung von Habitatpräferenzen wurden in Thüringen 223 und in Russland 200 Zufallspunkte beschrieben. Diese wurden mit Hilfe eines Rastergitters (100 x 100 m) auf der Karte ermittelt und gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt. Die Charakterisierung der Zufallspunkte erfolgte ebenfalls nach der Probekreis-methode. Mit den Zufallspunkten und den Nachweis-punkten wurde dann ein logistisches Regressionsmodell berechnet, um zu ermitteln, welche der erfassten Parameter das Vorkommen der Auerhühner am besten erklären.

3.2. Statistische Auswertung

Für die statistischen Auswertungen wurden die Programme SPSS 12.0 und Excel 3.5 verwendet. Da die Daten keine Normalverteilung aufweisen, wurden nichtparametrische Methoden genutzt. Für die Signifikanzprüfung wurde hauptsächlich der Mann-Whitney U-Test bzw. für intervallskalierte Daten der Chi-Quadrat-Test verwendet. Die Signifikanzniveaus wurden folgendermaßen angegeben:

* $p < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Für die Auswertung der Habitatanalysen der Nachweis- und Zufallspunkte wurden logistische Regressionsmodelle berechnet (MANLY et al. 2002, MENARD 2002). Wie in den meisten Artmodellen, wurde auch in der vorliegenden Untersuchung ein Signifikanzniveau von 0,05 angewendet (PEARCE & FERRIER 2000).

Hochkorrelierte unabhängige Variablen müssen in logistischen Regressionsmodellen beachtet werden, da eine von beiden, ungeachtet ihrer biologischen Relevanz, automatisch aus dem Modell entfernt wird. Um hochkorrelierte Variablen herauszufinden, wurden bivariate Korrelationen mit den Daten durchgeführt. FIELDING & HAWORTH (1995) schlagen vor, dass Variablen, die in einer bivariaten Korrelation den Wert 0,7 überschreiten, weggelassen werden. Bei gleichwertiger biologischer Relevanz wurde die Variable beibehalten, die das Vorkommen der Auerhühner besser erklärte (NAGELKERKE 1991). Für die Abschätzung der Eignung des Modells wurde das R^2 nach NAGELKERKE (1991) genutzt. Nagelkerkes

R^2 ist der Wert der erklärten Varianz des Modells. Um sicherzustellen, dass keine räumliche Abhängigkeit zwischen den von Auerhühnern genutzten Habitatpunkten und den Zufallspunkten besteht, wurde eine Autokorrelation durchgeführt. Moran's I ist eine Teststatistik, mit der die räumliche Abhängigkeit von Datenpunkten getestet wird. Ein Wert von 0 heißt keine Autokorrelation, ein Wert von 1 bedeutet, die Werte sind perfekt autokorreliert.

4. Ergebnisse

4.1. Baumartenverteilung in Thüringen und Russland

Thüringen

In Abb. 3 werden Angebot und Nutzung durch das Auerhuhn gegenübergestellt. Angebot: Es handelt sich um einen typischen Wirtschaftswald, in dem die Fichte in unterschiedlichen Anteilen dominiert. Sie erreicht in den höchstgelegenen Bereichen des Schiefergebirges um Neuhaus am Rennweg Anteile von bis zu 95 %. Die Kiefer ist hier nur lokal in Einzelexemplaren zu finden.

Im Norden des Untersuchungsgebietes, auf den Saalfelder Höhen, steigt der Flächenanteil der Kiefer auf 25–30 %. Die Fichte ist hier mit 55–60 % vertreten. Die Kiefer dominiert vor allem auf alten Streunutzungsstandorten im Privatwald, wo eine kleinparzellierte, lückige Struktur erhalten blieb. Mit 2–3 % ist der Anteil von Lärche (*Larix europaea*), Tanne (*Abies alba*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und der Weichlaubhölzer Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Birke (*Betula pendula*), Erle (*Alnus glutinosa*) und Weide (*Salix spec.*) gering.

Nutzung: In den von Auerhühnern genutzten Habitaten des Nordteils hat die Fichte einen Anteil von 70 % und die Kiefer von 28 %. Betrachtet man das Angebot im gesamten Gebiet, so hat die Fichte hier einen Anteil von 85 % und die Kiefer von 12 % (Abb. 3). Die oben genannten seltenen Baumarten in den Auerhuhnl Lebensräumen Thüringens können als Nahrungsbäume durchaus eine Rolle spielen, obwohl sie im gesamten Gebiet nur in sehr geringen Flächenanteilen vorhanden sind (Abb. 3).

Der statistische Vergleich von Angebot und Nutzung der Baumarten ergab für die Kiefer einen hochsigni-

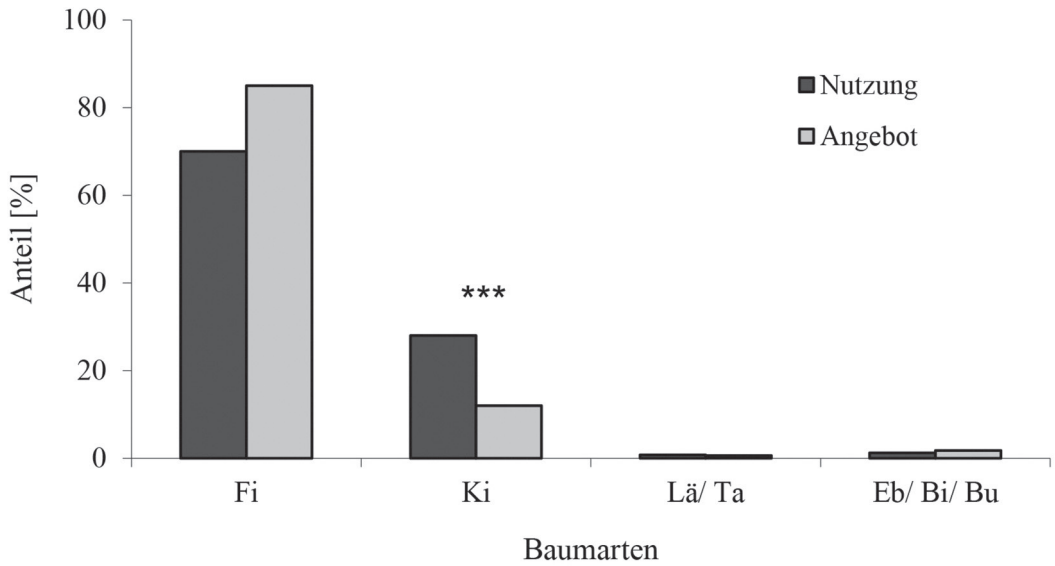


Abb. 3: Flächenanteile der Baumarten in genutzten Habitaten (n = 243) und an zufällig ausgewählten Habitatpunkten (n = 223) in Thüringen. Signifikanzniveaus werden folgend immer so angegeben: * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001 (siehe auch Kap. 3.2.).

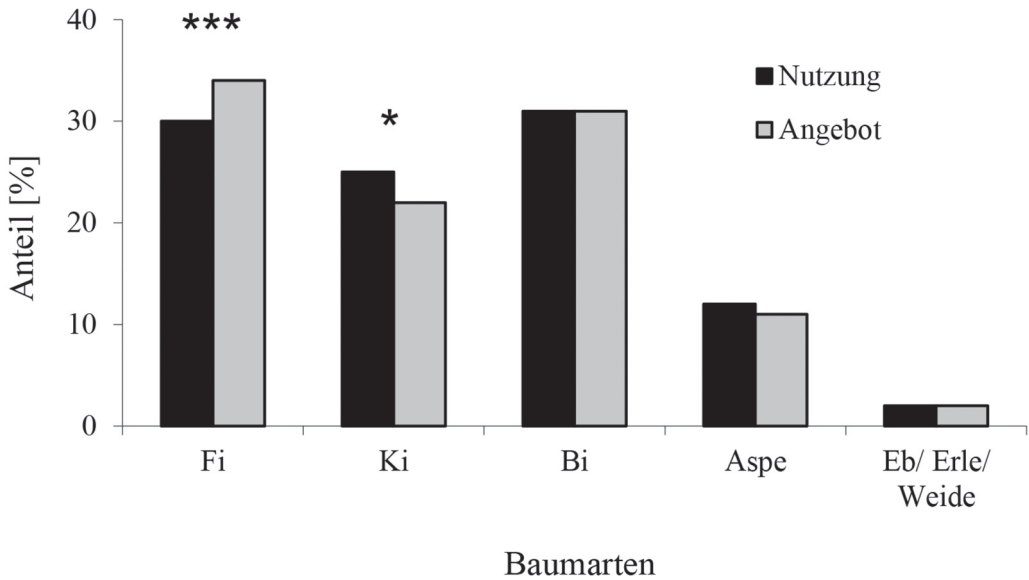


Abb. 4: Anteile der Baumarten in vom Auerhuhn genutzten Habitaten (n = 264) und an zufällig ausgewählten Habitatpunkten (n = 200) in Russland.

fikanten Unterschied (U-Test, $p < 0,001$). In den vom Auerhuhn genutzten Habitaten gab es mehr Kiefern je Hektar. Für die Fichte wurde kein Unterschied festgestellt.

Russland

Im russischen Untersuchungsgebiet bestehen die Wälder hauptsächlich aus Fichten, Kiefern, Birken und Aspen.

Die Hauptbaumarten haben folgende Flächenanteile: Fichte 30 %, Kiefer 25 %, Birke 31 % und Aspe 12 % (Abb. 4). Auffallend ist der hohe Anteil an Birken (30 %) und Aspen (10 %) in den naturnahen Wäldern. Ihr Anteil an Auerhuhnnachweispunkten und Zufallspunkten ist gleich. Signifikante Unterschiede gab es bei der Fichte (U-Test, $p < 0,001$) und der Kiefer (U-Test, $p < 0,05$) zwischen Angebot und Nutzung: Die Kiefer wurde vom Auerhuhn stärker genutzt, die Fichte geringer als es ihrem Flächenangebot entspricht. Die Weichlaubhölzer Eberesche, Erle und Weide sind nur in sehr geringen Anteilen (2 %) vorhanden.

Der statistische Vergleich von Angebot und Nutzung der Baumschicht ergab für die Kiefer und für die Fichte einen hochsignifikanten Unterschied (U-Test, $p < 0,001$). Die Auerhühner nutzten in Russland über das gesamte Jahr Habitate mit einem höheren Anteil Kiefern und mit einem geringeren Anteil Fichten.

4.2 Baumalter und Schlussgrad in Thüringen und Russland

Thüringen

Vergleicht man das Angebot der Altersklassen mit ihrer Nutzung durch Auerhühner in Thüringen (Abb. 6), so wird deutlich, dass die Waldbestände mit einem Alter von über 60, deutlicher in den Altersklassen über 80 Jahren bezogen auf ihren Flächenanteil überproportional häufig genutzt wurden (s. auch Ergebnisse der Modellierung in Abb. 19). Die jüngeren Altersklassen wurden seltener aufgesucht, als es ihrem Flächenanteil entspricht. Das bestätigt auch die mit Hilfe der logistischen Regression ermittelte Wahrscheinlichkeit der



Abb. 5: Auerhahn in Sommerlebensraum, einem Beerkraut reichen, lichten Kiefernaltbestand. Meuraer Heide, 05.09.2017.

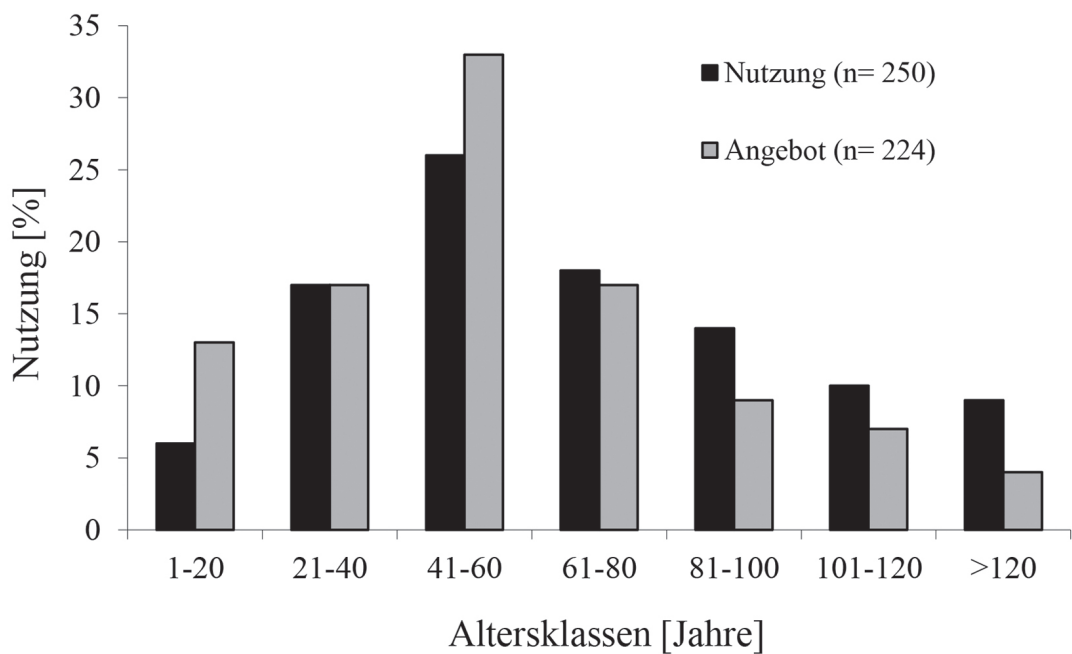


Abb. 6: Verteilung von Angebot und Nutzung durch Auerhühner auf die verschiedenen Altersklassen der Wälder in Thüringen.

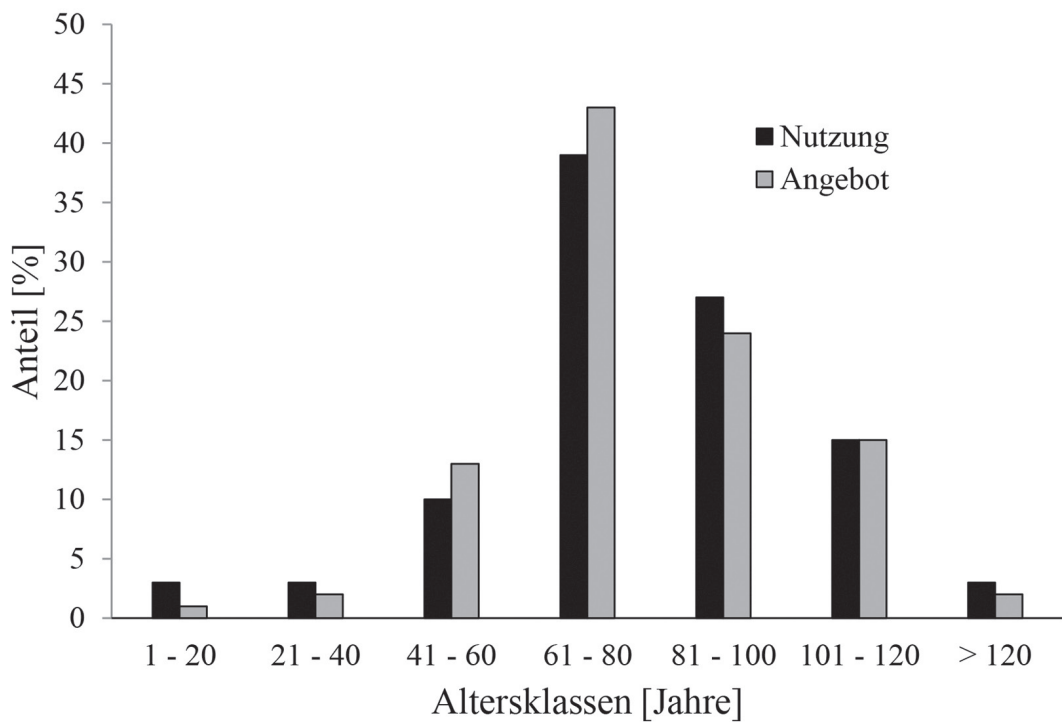


Abb. 7: Verteilung von Angebot und Nutzung durch Auerhühner auf die verschiedenen Altersklassen der Wälder in Russland.

Nutzung eines Waldbestandes in Bezug auf das Baumalter (Abb. 19). Die Nutzung von jüngeren Beständen mit einem Alter zwischen 20 und 60 Jahren erfolgte größtenteils im Winterhalbjahr.

Russland

Betrachtet man die Verteilung der Altersklassen von angebotenen und genutzten Habitaten in Russland (Abb. 7), so zeigt sich, dass die Altersklassen bis 60 Jahre im Angebot eher unterrepräsentiert sind, d. h. es überwiegen ältere Waldbestände, die von den Auerhühnern etwa entsprechend ihres Angebots genutzt wurden (Abb. 5). Die mit Hilfe einer logistischen Regression ermittelte Wahrscheinlichkeit der Nutzung eines Waldbestandes in Bezug auf das Baumalter zeigt auch in Russland die Tendenz, dass die Wahrscheinlichkeit der Nutzung ab einem Alter über 60 Jahren ansteigt. Im Gegensatz zu Thüringen ist das Bestandsalter aber in Russland kein erklärender Faktor für das Vorkommen von Auerhühnern.

4.3 Fazit: Vergleich der Baumschicht zwischen Thüringen und Russland

Der statistische Vergleich von Fichten und Kiefern je Hektar an den Auerhuhn-Nachweispunkten in Thüringen ($n=243$) und Russland ($n=264$) ergab hochsignifikante Unterschiede (U-Test; $p < 0,001$), d. h. Kiefern wurden gegenüber Fichten bevorzugt. Ein signifikanter Unterschied wurde für das Bestandsalter ermittelt (U-Test, $p < 0,01$). Bestände > 60 Jahre wurden verstärkt aufgesucht. Der statistische Vergleich des Bestandsschlussgrades ergab keinen Unterschied zwischen den Ländern. In Thüringen nutzten die Auerhühner Bestände mit einem mittleren Bestandsschlussgrad von 61 % und in Russland von 60 %.

In Thüringen wurden an den Nachweispunkten – forstlich bedingt – deutlich mehr Fichten je Hektar festgestellt als in Russland, wo es in Probeflächen mit Auerhuhnnachweisen deutlich mehr Kiefern je Hektar gab. Das Bestandsalter war in Thüringen in den vom Auerhuhn genutzten Habitaten niedriger als in Russland.

Ein hochsignifikanter Unterschied wurde beim Vergleich der Zufallspunkte beider Länder, bezogen auf das Bestandsalter und auf den Kronenschlussgrad ermittelt (U-Test, $p < 0,001$). In Russland lag das mittlere Bestandsalter an den Zufallspunkten bei 83

Jahren, in Thüringen nur bei 57 Jahren. Der mittlere Bestandsschlussgrad betrug an den Zufallspunkten in Thüringen 69 % und in Russland 64 %.

4.4. Bodenvegetation in Thüringen und Russland

In Thüringen und in Russland wurden sowohl an Auerhuhnnachweispunkten als auch an Zufallspunkten für folgende Parameter die prozentualen Flächenanteile ermittelt:

Gesamtdeckung der Bodenvegetation, Gras- und Krautvegetation, Baumverjüngung, Ericaceen, Moose und bodenkahle Stellen. Weiterhin wurde noch die Höhe der Ericaceen erfasst.

Auf Grund der niedrigen Anteile von Besenheide (*Calluna vulgaris*) und Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) gegenüber der Heidelbeere in Thüringen, wurden diese mit erfasst, aber nicht einzeln dargestellt, sondern sie gingen mit in den Sammelbegriff Ericaceen ein. Gleiches gilt für das russische Untersuchungsgebiet, wo neben der Heidelbeere noch folgende weitere Ericaceen vorkamen: Preiselbeere, Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*), Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*), Sumpfporst (*Ledum palustre*) und Torfgränke (*Chamaedaphne calyculata*).

Thüringen

Der Vergleich der Auerhuhn-Nachweispunkte ($n=243$) mit den Zufallspunkten ($n=223$) erbrachte für die Parameter Gesamtdeckung der Bodenvegetation, Höhe und Deckungsgrad der Ericaceen, Baumverjüngung und bodenkahle Stellen hochsignifikante Unterschiede (U-Test, $p < 0,001$). Kein Unterschied konnte für die Gras- und Kraut- sowie die Moosvegetation registriert werden. An den Auerhuhn-Nachweispunkten waren die Wuchshöhe und der Deckungsgrad der Ericaceen, die Gesamtdeckung der Bodenvegetation und die Deckung der Baumverjüngung größer als an den Zufallspunkten (Abb. 8). Einzig der Parameter bodenkahle Stellen wies an den Zufallspunkten einen höheren Anteil auf.

Russland

Der Vergleich der Auerhuhn-Nachweispunkte ($n=264$) mit den Zufallspunkten ($n=200$) erbrachte nur für die Gesamtdeckung der Bodenvegetation einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,001$). Signifikante Un-

terschiede wiesen die Parameter Gras- und Krautvegetation ($p < 0,01$), Baumverjüngung ($p < 0,05$) sowie Höhe und Deckung der Ericaceen ($P < 0,05$) auf. Die Auerhühner nutzten im russischen Untersuchungsgebiet Habitate mit höherer Gesamtdeckung der Bodenvegetation und höheren Deckungsgraden der Gras- und Krautvegetation und der Baumverjüngung. An den zufällig ausgewählten Punkten waren die Deckungsgrade der Ericaceen größer (Abb. 9). Außerdem zeigten die Ericaceen an den Zufallspunkten größere Wuchshöhen.

4.5 Fazit: Vergleich der Bodenvegetation zwischen Thüringen und Russland

Der Vergleich der Bodenvegetation an Nachweispunkten in Thüringen und Russland erbrachte für folgende Parameter hochsignifikante Unterschiede: Gesamtdeckung der Bodenvegetation (Abb. 10), der Gräser und Kräuter ($p < 0,001$; Abb. 11) und Deckungsgrad der Baumverjüngung ($p < 0,001$; Abb. 12). Die signifikanten Parameter der Bodenvegetation wiesen in den russischen Lebensräumen höhere prozentuale Deckungsgrade auf.

4.6. Ergebnisse der logistischen Regressionsanalysen

Um zu ermitteln, welches die bestimmenden Habitatparameter für das Vorkommen der Auerhühner in Thüringen und Russland sind, wurden mit den erhobenen Daten logistische Regressionsmodelle berechnet. Der Wert des Nagelkerke R-Quadrats zeigt die erklärende Varianz des Modells und ist gleichzeitig ein wichtiger Wert für die Abschätzung der Eignung des Modells. Mit Hilfe einer Autokorrelation wurde die räumliche Abhängig-

keit der Datenpunkte getestet. Das Moran's I ist sehr nahe bei Null (0.00126). Es besteht also keine räumliche Abhängigkeit zwischen den einzelnen Probekreisen (siehe Kap. 3.2.).

Thüringen

Das Gesamtmodell erlaubt mit einem Nagelkerke R-Quadratwert von 0,542 (Tab. 1) eine gute Vorhersage der wichtigsten biologisch sinnvollen Habitatparameter in Bezug auf die Habitatwahl von Auerhühnern in Thüringen. Die unabhängigen Variablen Flächenanteil Kiefer als bevorzugte Baumart, Schlussgrad des Waldbestandes, Höhe der Ericaceen und das Baumalter erklären die Habitatwahl zu 54,2 %. Diese Variablen haben einen signifikanten Einfluss auf die Habitatwahl von Auerhühnern in Thüringen (Tab. 2, Abb. 13, 15, 17, 19). In Schritt 5 des Modells war die Fichte noch vorhanden. Da diese aber mit der Kiefer hoch korreliert ist (Korrelation nach Spearman, $p < 0,01$), wurde sie entfernt. Außerdem ist die Fichte im gesamten Untersuchungsgebiet die dominante Baumart und daher kein erklärender Faktor für das Vorkommen von Auerhühnern.

Tab. 1: Modellzusammenfassung Thüringen

	Schritt	Cox & Snell R-Quadrat	Nagelkerke R-Quadrat
1	389,928(a)	,410	,546
2	389,928(a)	,410	,546
3	389,936(a)	,410	,546
4	389,990(a)	,410	,546
5	392,687(a)	,406	,542

Tab. 2: Mit logistischer Regression ermittelte bestimmende Habitatparameter für das Vorkommen von Auerhühnern in Thüringen

		RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 5 (a)	Kiefer	,006	,001	54,213	1	,000	1,006
	Schlussgrad	-,134	,018	57,325	1	,000	,875
	Höhe Ericaceen	,041	,010	17,866	1	,000	1,042
	Bestandesalter	,015	,004	16,402	1	,000	1,015
	Konstante	3,168	1,056	8,994	1	,003	23,756

a In Schritt 1 eingegebene Variablen: Kiefern je ha, Fichten je ha, Gesamtdeckung der Bodenvegetation, Bestandesschlussgrad, Höhe der Ericaceen, Deckungsgrad der Ericaceen, Deckungsgrad der Baumverjüngung, Deckungsgrad der Gras- u. Krautvegetation, Bestandesalter (df: statistische Freiheitsgrade; Sig.: Signifikanz; Exp(B): Odds Ratio einer Variablen).

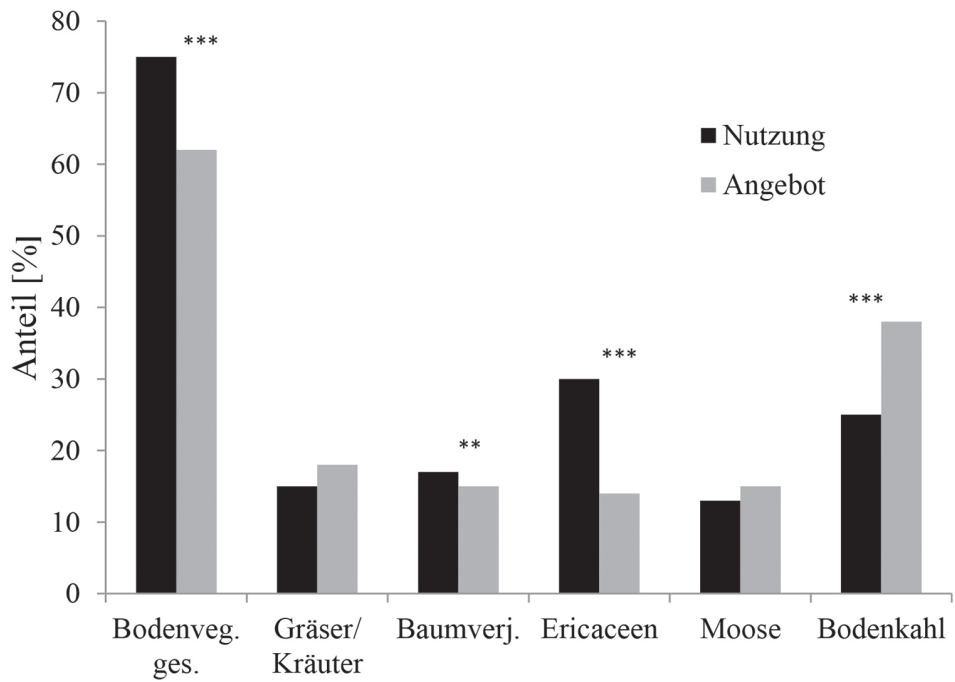


Abb. 8: Vergleich der Bodenvegetation an vom Auerhuhn genutzten und zufällig ausgewählten Habitatpunkten in Thüringen .

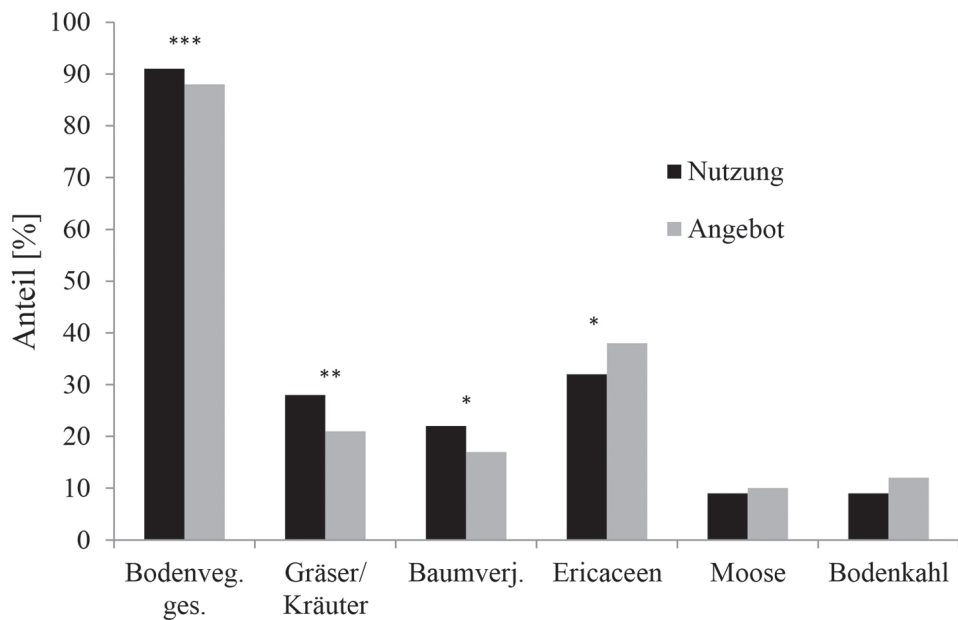


Abb. 9: Vergleich der Bodenvegetation an vom Auerhuhn genutzten und zufällig ausgewählten Habitatpunkten in Russland.

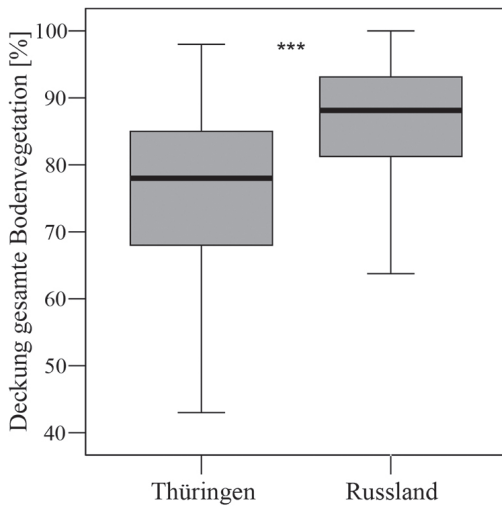


Abb. 10: Der Vergleich der Untersuchungsgebiete erbrachte für die Gesamtdeckung der Bodenvegetation einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,001$).

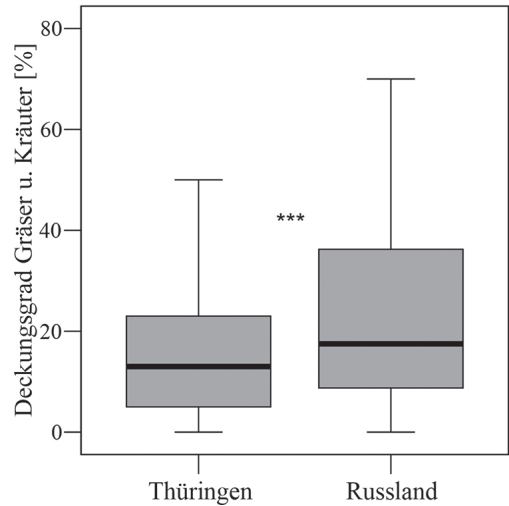


Abb. 11: Der Vergleich der Untersuchungsgebiete erbrachte für den Deckungsgrad der Gräser und Kräuter einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,001$).

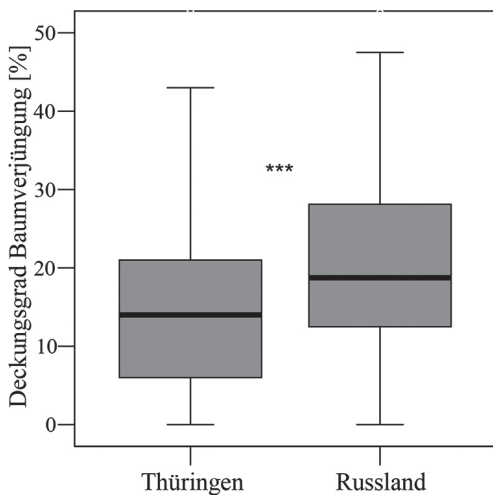


Abb. 12: Der Vergleich der Untersuchungsgebiete erbrachte für den Deckungsgrad der Baumverjüngung einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,001$).

Russland

In Russland ist der Unterschied zwischen den Nachweis- und Zufallspunkten nur gering. Das Habitat ist hier auf großer Fläche für Auerhühner geeignet. Mit einem Nagelkerke R-Quadrat Wert von 0,38 (Tab. 3) ist der Erklärungswert des Modells geringer als in Thüringen. Die erklärenden Parameter im russischen Untersuchungsgebiet sind ähnlich denen des Thüringer Gebietes (Tab. 4). Es sind die unabhängigen Variablen Kiefer als bevorzugte Baumart, Deckungsgrad der Ericaceen und Deckungsgrad der Baumverjüngung, welche die Habitatwahl der Auerhühner in Russland zu 38 % erklären (Abb. 14, 16, 18). Die Variablen Fichte, Deckungsgrad der gesamten Bodenvegetation, Bestandesschlussgrad, Höhe der Ericaceen, Deckungsgrade der Gras- und Krautvegetation und Bestandesalter waren miteinander hochkorreliert (Korrelation nach Spearman, $p < 0,01$) und wurden daher aus dem Modell entfernt.

Tab. 3: Modellzusammenfassung Russland

Schritt	-2 Log-Likelihood	Cox & Snell R-Quadrat	Nagelkerke R-Quadrat
1	485,240(a)	,283	,380

Tab. 4: Mit Hilfe von logistischer Regression ermittelte, bestimmende Habitatparameter für das Vorkommen von Auerhühnern in Russland

		RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1(a)	Kiefer	,002	,001	12,886	1	,000	1,002
	Deckungsgrad Ericaceen	,134	,017	60,171	1	,000	1,144
	Deckungsgrad Baumverjüngung	,123	,018	49,512	1	,000	1,131
	Konstante	4,267	1,325	10,367	1	,001	71,328

a In Schritt 1 eingegebene Variablen: Kiefern je ha, Fichten je ha, Gesamtdeckung der Bodenvegetation, Bestandesschlussgrad, Höhe der Ericaceen, Deckungsgrad der Ericaceen, Deckungsgrad der Baumverjüngung, Deckungsgrad der Gras- u. Krautvegetation, Bestandesalter.

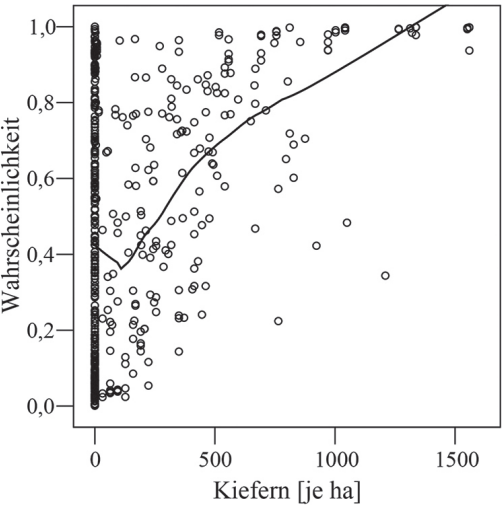


Abb. 13: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit vom Vorkommen der Kiefer in Thüringen.

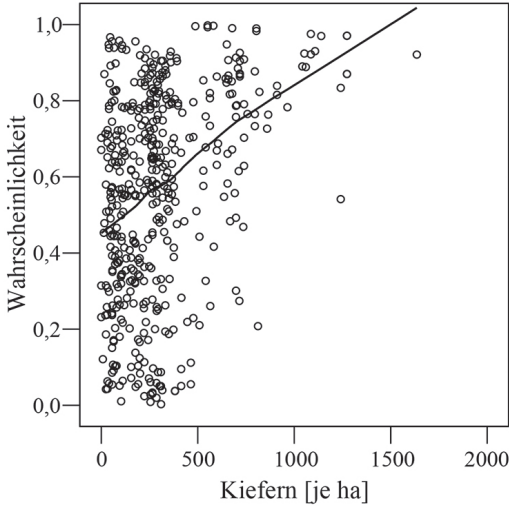


Abb. 14: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit vom Vorkommen der Kiefer in Russland.

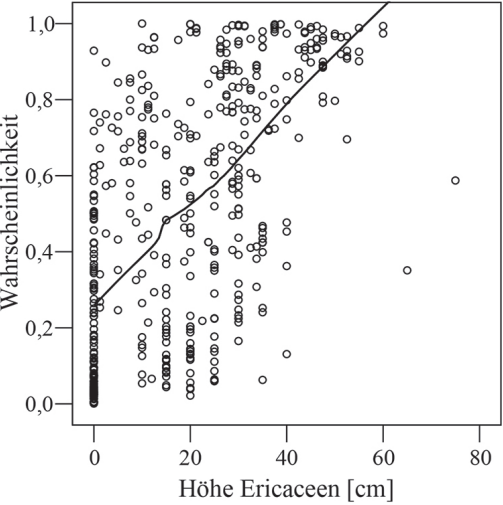


Abb. 15: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit von der Höhe der Ericaceen in Thüringen.

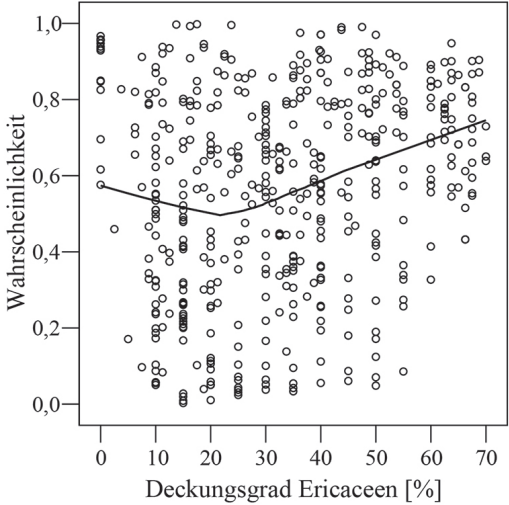


Abb. 16: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit vom Deckungsgrad der Ericaceen in Russland.

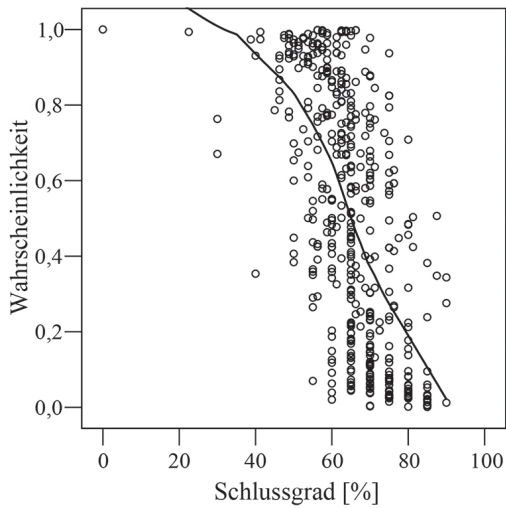


Abb. 17: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit vom Bestandesschlussgrad in Thüringen.

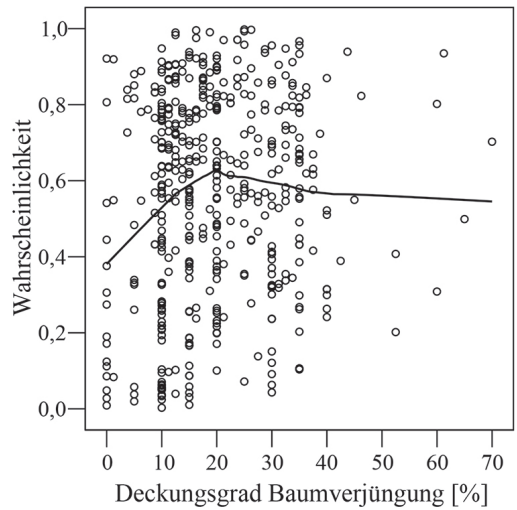


Abb. 18: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit vom Deckungsgrad der Baumverjüngung in Russland.

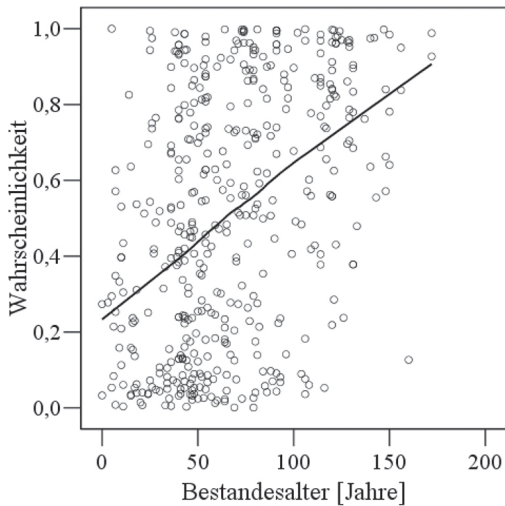


Abb. 19: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Auerhühnern in Abhängigkeit vom Alter des Waldbestandes in Thüringen.

4.7. Die Bedeutung der Ericaceen und deren Vitalität

Thüringen

Die Auerhühner bevorzugten zu jeder Jahreszeit größere Höhen und Deckungsgrade der Ericaceen im Vergleich zu den zufällig ausgewählten Habitatpunkten. Betrachtet man die prozentuale Verteilung der Auerhühnnachweise auf die verschiedenen Deckungsklassen der Ericaceen (überwiegend Heidelbeere, weniger Besenheide und Preiselbeere), so wird deutlich, dass 40% der Sommernachweise in der Deckungsklasse zwischen 20 und 39% ($n=48$) erbracht wurden. In die Deckungsklasse zwischen 40 und 59% fielen 24% ($n=29$) der Sommernachweise (Abb. 20). Bezogen auf das Angebot im gesamten Untersuchungsgebiet gab es eine überproportional häufige Nutzung von Standorten mit mehr als 20 % Bodenbedeckung der Ericaceen.

Bewertet man alle Zufallspunkte und Nachweispunkte nach den genannten Kriterien und vergleicht diese, so wird deutlich, dass der Zustand der Heidelbeere an den zufällig ausgewählten Punkten nur in 20% der Fälle das Kriterium vital aufweist. An den Nachweispunkten hingegen sind es 60% (Abb. 22). Dieser Unterschied ist hochsignifikant (U-Test, $p < 0.001$). Die Anteile beeinträchtigter- und stark beeinträchtigter Vitalität (Abb. 23) sind bei beiden Gruppen annähernd gleich, wohingegen

der Flächenanteil ohne Ericaceenvegetation sich deutlich unterscheidet (U-Test, $p < 0.001$). Die Auerhühner wurden nur in 14 % der Fälle in Habitaten ohne Ericaceen nachgewiesen. Zufallspunkte waren zu 43 % an Orten ohne Ericaceen (Abb. 20).

Russland

In Russland war das Artenspektrum der Ericaceen größer als in Thüringen. Allerdings war auch hier in den Wäldern die Heidelbeere der häufigste flächig verbreitete Zwergstrauch. Die Preiselbeere war überall zu finden, wobei ihre mittleren Deckungsgrade unter drei Prozent lagen. Weiterhin wurden in den Mooren und deren Randbereichen Rauschbeere, Moosbeere, Sumpfporst und Torfgränke erfasst. Da der Hauptanteil der Nachweise nur an Moorrändern, bzw. moorigen Wäldern erbracht wurde, war auch der Anteil dieser moorbewohnenden Ericaceen so gering, dass die Arten nicht getrennt aufgeführt wurden.

Abbildung 21 zeigt, dass auch in Russland in der Deckungsklasse zwischen 20 und 39 % fast die Hälfte aller Sommernachweise (46 %) erbracht wurden. In den Deckungsklassen 40–59 % und 60–79 % erfolgten 39 % aller Sommernachweise. In diesen Deckungsklassen wurden fast ausschließlich Weibchen nachgewiesen. Betrachtet man die Situation der Ericaceen an den Zufallspunkten (Abb. 21), so wird deutlich, dass in den für Auerhühner relevanten Deckungsklassen (20–80 %) ein ausgewogenes Angebot vorhanden ist. Im Gegensatz zum Thüringer Untersuchungsgebiet, in dem die Ericaceenvorkommen inselartig verteilt sind, zeigen sie in Russland eine flächige Verbreitung.

5. Diskussion

5.1. Einfluss der Baumschicht auf die Auerhuhnbesiedlung in Thüringen und Russland

Das Auerhuhn ist ursprünglich ein typischer Bewohner borealer Taigawälder und vermutlich erst mit den Nadelbäumen nach der letzten Eiszeit in Mitteleuropa eingewandert (STEGMAN 1938, VOOUS 1962). KLAUS et al. (1989) verglichen die verschiedensten Lebensräume des Auerhuhns in einem riesigen Areal zwischen dem Baikalsee und Westeuropa und machen deutlich, dass Auerhühner die verschiedensten Waldgesellschaften

besiedeln können, solange Koniferen in ihnen enthalten sind. Ausnahmen bilden die Populationen in der Waldsteppe des Shaitan-Tau (Südural, KIRIKOW 1947) und der kantabrischen Kordillere, wo die Vögel in reinen Laubwäldern leben (DEL CAMPO & GARCIA-GAONA 1983).

Im gesamten Thüringer Untersuchungsgebiet ist die Fichte die dominante Baumart. BUTTIG (1996) erfasste in seiner Habitatanalyse im Thüringer Schiefergebirge einen Anteil von 75 % Fichten und 19 % Kiefern. Das stimmt gut mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung überein. Der hohe Fichtenanteil ist typisch für die forstlich geprägten Wirtschaftswälder unserer Mittelgebirge.

Von vielen Autoren wird beschrieben, dass in Auerhuhnhabitaten mit Kiefern vorkommen diese Baumart gegenüber der Fichte bevorzugt wird (u. a. MÜLLER 1974, KLAUS et al. 1985, GJERDE & WEGGE 1989, SCHROTH 1995). Das konnte auch in der vorliegenden Untersuchung sowohl für Thüringen als auch für das Fanggebiet in Russland bestätigt werden. Die umgesiedelten russischen Auerhühner stammen aus einem Gebiet, in dem die Kiefer überall häufig vertreten ist. Folglich wurden die Eingewöhnungsvögel in kiefernreichen Beständen errichtet, und die Vögel bevorzugten auch in der Folge die kiefernreichen Standorte.

Allerdings gewöhnte sich ein Teil der Vögel auch schnell an reine Fichtenforste, wie sie im Südteil des Thüringer Untersuchungsgebietes ausschließlich vorkommen. Autochthone Auerhühner leben aber auch in Fichtenwäldern, z. B. im Bayerischen- und Böhmerwald (SCHERZINGER 2003), im Südschwarzwald (THIEL et al. 2007), den bayerischen Voralpen (STORCH 1993b) oder in den Chiemgauer Alpen (PÜRCKAUER 1994).

Das Sommerhabitat stellt in Thüringen den limitierenden Faktor für das Vorkommen der Auerhühner dar, da die guten Bruthabitate nicht flächig, sondern mosaikartig über das Untersuchungsgebiet verteilt sind (UNGER & KLAUS 2007). Für das russische Untersuchungsgebiet trifft das nicht zu, da hier großflächig sehr gute Lebensräume vorhanden sind. Das zeigen auch andere Studien, z. B. aus dem Pechora-Illych-Reservat (BESHKAREV et al. 1995) oder aus dem Pinezhskiy-Reservat (BORCHTCHEVSKI et al. 2003) in Nordost-Russland.

Die Baumartenzusammensetzung im russischen Untersuchungsgebiet ist wesentlich laubholzreicher. Die Hauptbaumarten Kiefer, Fichte und Birke nehmen

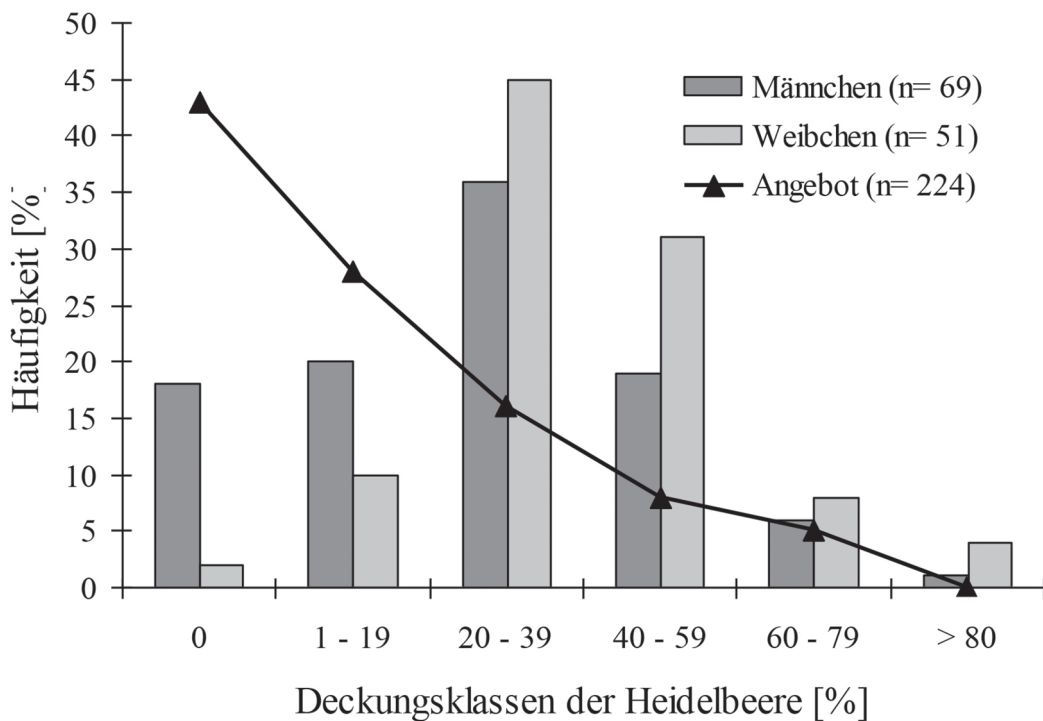


Abb. 20: Prozentuale Häufigkeit der Sommernachweise von Auerhühnern in Thüringen in Abhängigkeit vom Vorkommen der Ericaceen-Deckungsklassen. Weiterhin ist die Verteilung des Angebotes auf die Deckungsklassen der Ericaceen im Untersuchungsgebiet dargestellt.

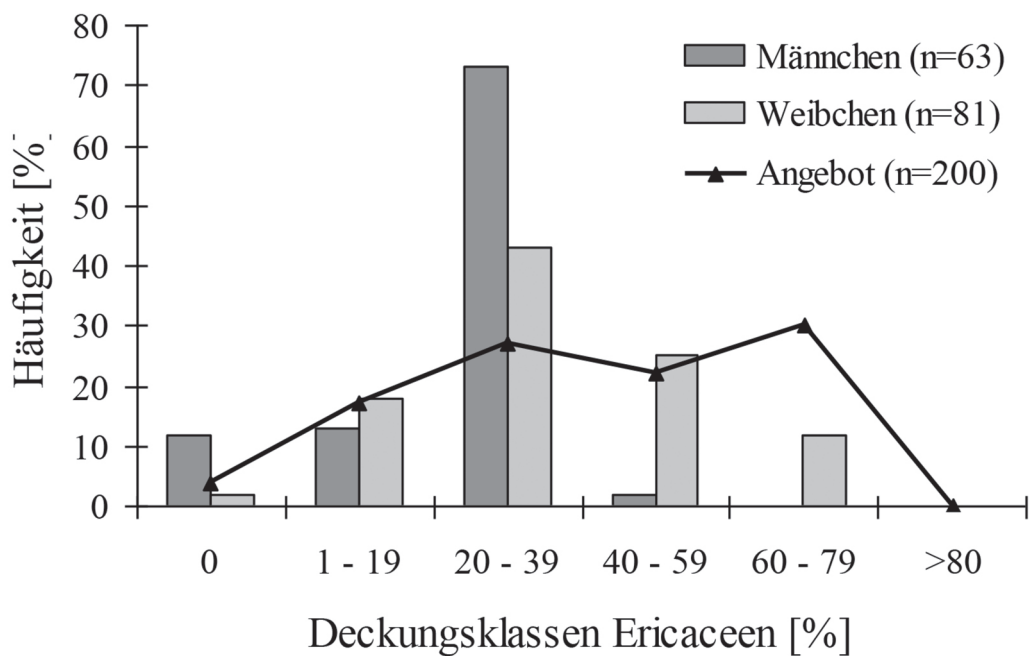


Abb. 21: Prozentuale Häufigkeit der Sommernachweise von Auerhühnern in Russland in Beziehung zum Vorkommen der Ericaceen-Deckungsklassen. Weiterhin ist die Verteilung des Angebotes an Deckungsklassen der Ericaceen im Untersuchungsgebiet dargestellt.

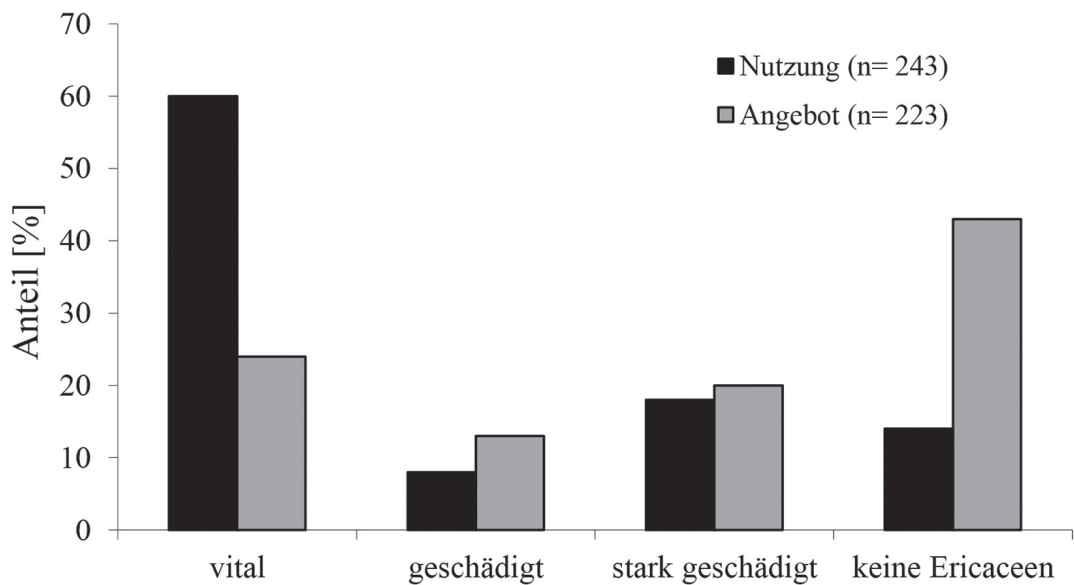


Abb. 22: Zustand der Ericaceen (in drei Kategorien eingeteilt) und die Anteile von Punkten ohne Ericaceen-Vegetation an zufällig ausgewählten Punkten (Angebot) und an Punkten mit Auerhuhnnachweisen (Nutzung) in Thüringen .



Abb. 23: Von Rothirschen stark verbissene Heidelbeere.

Anteile zwischen 25 und 30 % ein, und die als Nahrungsbaum beliebte Aspe 11 %. Das entspricht auch den Angaben von VITH (1997) für Estland und ROLSTAD & WEGGE (1987) für Südost-Norwegen. Der hohe Anteil der Birke (31 %) und Aspe deutet auf großflächige Waldbrandereignisse oder Kahlschlagsnutzungen hin. Das war zum Teil noch im Gelände zu erkennen und wurde auch von der dortigen Jagdbehörde bestätigt. Die vorgefundenen Waldbilder im Herkunftsgebiet der Auerhühner in Russland entsprachen den von WALTHER (1974) für die südliche Taiga beschriebenen.

Die Nutzung lichter Waldstandorte konnte in beiden Untersuchungsgebieten festgestellt werden. Ein Bestandsschlussgrad von 50–60 % wird als Optimalwert für Auerhuhnlebensräume beschrieben (STORCH 1993b, SCHROTH 1994, SUCHANT 2002). In den Bereich von 60 % fallen auch die mittleren Bestandsschlussgrade an den Auerhuhn-Nachweispunkten in Thüringen und in Russland. Die Ergebnisse des logistischen Regressionsmodells zeigen, dass der Bestandsschlussgrad in Thüringen eine erklärende Variable für das Vorkommen von Auerhühnern ist (Abb. 17). In Russland wurde der Bestandsschlussgrad nicht als erklärende Variable bestätigt. Der Grund dafür ist der geringe Unterschied zwischen Angebot und Nutzung im russischen Untersuchungsgebiet.

In vielen Studien wird auf die Bedeutung des Bestandsalters für Auerhühner hingewiesen (KLAUS et al. 1985, ROLSTAD & WEGGE 1987, SCHERZINGER 1996, STORCH 1993c). Das Auerhuhn als unser größter, schnellstartender Waldvogel benötigt freien Flugraum zur Flucht und damit lichte Altbestände mit einem mäßigen Kronenschlussgrad von ca. 50–70 % (GJERDE 1991, KLAUS et al. 1989, PÜRKAUER 1994, STORCH 1993b, SUCHANT 2002). Auch BUTTIG (1996) stellte in seiner Habitatbewertung des Thüringer Schiefergebirges einen hochsignifikanten Zusammenhang von Habitateignung für das Auerhuhn und hohem Bestandesalter sowie geringem Kronenschlussgrad fest.

Außerdem sind die Vögel in der Lage, auch jüngere Sukzessionsstadien zu nutzen, wenn diese durch Schnee- bzw. Windbruch, Borkenkäferkalamitäten oder forstliche Tätigkeiten Lücken und lichte Bestandsstrukturen aufweisen (ROLSTAD et al. 2007, UNGER & KLAUS 2005, UNGER & KLAUS 2013b).

In Arbeiten aus Finnland (SIRKIÄ & LINDEN 2011) und Norwegen (ROLSTAD et al. 2007) wird über neu entstandene Balzplätze in 30–40-jährigen Kiefernbeständen

berichtet, ein Sonderfall, wenn durch maschinelle Starkdurchforstungen die Bestände zu offen geworden sind. Auerhühner meiden dann die gegen Feinde (Habicht, Steinadler) unsicher gewordenen Habitate. Für Mitteleuropa gibt es bisher keine vergleichbaren Berichte über Balzplatzverlagerung, aber die Winterhabitate, besonders der kleineren Weibchen, können auch hier in jüngeren Beständen liegen (UNGER & KLAUS 2013b).

Die Altersklassen zwischen 30 und 60 Jahren wurden in Thüringen von beiden Geschlechtern vorrangig während des Winters aufgesucht, wenn sie durch Schneebruch oder Rückegassensysteme eine heterogene Struktur aufwiesen.

Somit nutzten die umgesiedelten Auerhühner in der intensiv forstlich genutzten Waldlandschaft Thüringens aus Mangel an Althölzern auch jüngere Altersklassen. Der Altholz-mangel und die Lebensraum-Fragmentierung ist das Resultat der Altersklassenwirtschaft der vergangenen 60 Jahre (KLAUS 1995). Die noch vorhandenen Altholzinseln sind isoliert, umgeben von jungen bis mittelalten Beständen. Eine wichtige Fragestellung während der Untersuchung war, ob die Vögel, die in fragmentierten Lebensräumen als Metapopulationen existieren, (SEGELBACHER & STORCH 2002, SEGELBACHER et al. 2003), in der Lage sind, die oft nur kleinflächig vorhandenen und ungleichmäßig verteilten Habitatin-seln im Nord- und Südteil des Untersuchungsgebietes zu erreichen. Das konnte durch eigene Telemetrie-Studien bestätigt werden (UNGER & KLAUS 2013a). Diese zeigten, dass die Vögel die Waldlandschaft großflächig nutzten und dabei ungeeignete Habitatstrukturen überwandten. Jüngere Waldstadien haben im Untersuchungsgebiet Trittsteinfunktion für die Auerhühner, wenn sie lichte, lückige Strukturen aufweisen.

Für das russische Gebiet fehlen zwar Forsteinrichtungsdaten, aber Luftbilder (Quelle Google earth) zeigen neben großflächigen Mooren und Moorwäldern auch dort eine beginnende Fragmentierung der Waldlandschaft durch Kahlschläge.

5.2. Einfluss der Bodenvegetation auf die Auerhuhn-besiedlung in Thüringen und Russland

Die Struktur und Zusammensetzung der Krautschicht ist vor allem im Sommerlebensraum von hoher Bedeutung, da für die Hennen mit Jungen die Deckung am

Boden sehr wichtig ist (KLAUS et al. 1989). Im Winter dagegen halten sich die Vögel zum größten Teil in den Baumkronen auf, wo sie fast ausschließlich Nadeln fressen (HEINEMANN 1989, THIEL et al. 2007, UNGER & KLAUS 2013).

Die Entwicklung und Ausprägung der Krautschicht hängt u. a. vom Aufbau der Baumschicht ab. Sie wird maßgeblich vom Licht am Boden, dem Säuregrad, der Humusform sowie von der Nährstoffversorgung bestimmt. Der Bestandsschlussgrad ist somit nur eine Komponente für die Entwicklung der Bodenvegetation, allerdings eine wichtige (STORCH 1993b, SCHROTH 1994). Im Thüringer Untersuchungsgebiet suchten die Auerhühner bevorzugt Waldteile auf, die kleinere und größere Lücken im Kronendach aufwiesen, da an solchen Stellen häufig eine gut entwickelte Krautschicht mit Dominanz der Heidelbeere ausgebildet war.

Die Bedeutung der Bodenvegetation, speziell der Zwergsträucher (Ericaceen), wird von vielen Autoren aus verschiedenen Regionen Europas hervorgehoben (u. a. MÜLLER 1974, KLAUS et al. 1989, PICOZZI et al. 1992, STORCH 1993b, SCHROTH 1994, BOLLMANN et al. 2005). Die Bodenvegetation spielt als Nahrungs- und Deckungsspendender für das Auerhuhn, das im Sommerhalbjahr die überwiegende Tageszeit am Boden verbringt, eine essentielle Rolle (KLAUS et al. 1985). Aus diesem Grund wurden die Deckungsgrade von Ericaceen, Gräsern, Kräutern und Baumverjüngung erfasst und vergleichend zwischen Thüringen und Russland behandelt.

Als Ergebnis der Modellierung ergab sich, dass die Höhe der Ericaceen unter den Komponenten der Bodenvegetation die größte Bedeutung für die Habitatwahl umgesiedelter Auerhühner in Thüringen besitzt. In Russland wurden mit derselben Methode der Deckungsgrad von Ericaceen und der Baumverjüngung als die bedeutenden Faktoren für die Habitatwahl der Auerhühner ermittelt. Der Grund für die größere Bedeutung der Wuchshöhe der Ericaceen in Thüringen gegenüber ihrem Deckungsgrad ist durch die überhöhten Rothirschbestände (BOOCK & PAPE 1995, STUBBE 2004) und dem daraus resultierenden starken Wildverbiss in Teilen des Untersuchungsgebietes zu erklären (KLAUS et al. 1985, UNGER & KLAUS 2013a). Ericaceen, die Wuchshöhen von unter 15 cm aufweisen, sind für Auerhühner nicht attraktiv, da sie kaum noch Knospen bilden, wenig Früchte tragen und für die großen Vögel keine Deckung

mehr bieten (SCHROTH 1994). In Russland besteht das Problem des Wildverbisses nicht, da alle großen Prädatoren – Bär, Wolf und Luchs – neben intensiver Jagd die Huftierbestände wirksam auf niedrigem Niveau halten. Im Unterschied zu Thüringen hat aber dort der Deckungsgrad der Ericaceen die höhere Wertigkeit bezüglich der Auerhuhnbesiedlung. Verjüngungsiseln bieten Schutz gegen Feinde und ungünstige Witterung. Im Schwarzwald wurden Femellücken in Baum- und Althölzern mit natürlicher Verjüngung und Heidelbeervegetation bevorzugt (SCHROTH 1995).

Der Vergleich der Bodenvegetation an Auerhuhn-Nachweispunkten von Russland mit Thüringen zeigt, dass Weibchen im Sommer Habitate mit einem höheren Gesamtdeckungsgrad der Bodenvegetation und mit größeren Höhen und Deckungsgraden der Ericaceen bevorzugten. In hoher, vitaler Heidelbeerstrauchschicht nisteten sie bevorzugt und ziehen die Jungen auf (KLAUS et al. 1989, STORCH 1994, SCHROTH 1994). Die Aufzuchthabitate waren insektenreicher als Normalhabitate, essentiell für eine erfolgreiche Jungenaufzucht in den ersten Lebenswochen (KASTDALEN & WEGGE 1985, SPIDSO & STUEN 1988, STORCH 1994). In Südnorwegen untersuchten STUEN & SPIDSO (1988) verschiedene Waldhabitate auf die Verfügbarkeit von Insekten für Auerhuhnküken. Dabei stellten sie fest, dass die Insektenabundanz in heidelbeerreichen, natürlichen Fichtenwäldern am größten war. In der Schweiz wurden Untersuchungen zur Tauglichkeit des Auerhuhns als Schirmart für Bergwald-Lebensgemeinschaften durchgeführt (SUTER et al. 2002).

In einer Folgearbeit zu diesem Thema untersuchte DEBRUNNER (2004) das Vorkommen von Bock- und Prachtkäfern in den Bergwäldern und stellte fest, dass der Schlussgrad des Waldbestandes für die Qualität eines Gebietes sowohl für Auerhühner als auch für Bock- und Prachtkäfer entscheidend ist.

Fazit: eine reich ausgebildete Heidelbeervegetation bietet ein optimales Angebot an pflanzlicher und tierischer Nahrung (KASTDALEN & WEGGE 1985, BIEDERMANN 1992), Schutz vor Prädatoren und mikroklimatische Vorteile (KLAUS et al. 1985, PORKERT 1980, STORCH 1994). In einer hessischen Teilpopulation konnte MÜLLER (1974) zeigen, dass der Fortpflanzungserfolg auch maßgeblich von der Höhe des Heidelbeerertrages abhängig war. Aus diesen Befunden lässt sich ableiten, dass Weibchen generell den höheren Anspruch an das

Sommerhabitat stellen. Gräser und Kräuter haben in Thüringen eine geringere Bedeutung für die Habitatwahl.

Die Deckungsgrade der Gräser und Kräuter waren in den Sommerhabitaten in Russland höher als in den Winterhabitaten. Im russischen Untersuchungsgebiet ist das Scheidige Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) sehr häufig. Die Blüten werden vor allem im Mai und Juni von den Weibchen in der Vorlege- und Legezeit als eiweißreiche Nahrung aufgenommen (ROMANOV 1988, SCHROTH 1994, SCHERZINGER 2003). Ein weiterer Grund, warum in Russland die Gras- und Krautvegetation im Sommerlebensraum eine größere Rolle spielt als in Thüringen, ist ihre artenreichere Zusammensetzung. Neben dem hohen Wert der Wollgräser im Frühsommer sind es weitere krautige, beerentragende Pflanzen wie z. B. die Steinbeere oder Himbeere, die sowohl Nahrung als auch Deckung bieten. Die Struktur des Bodenareals wird in Russland auch durch starkes, liegendes Totholz geprägt. In den russischen Habitaten konnte ein kleinflächiger Wechsel von Gräsern, Kräutern, Ericaceen und Naturverjüngung festgestellt werden, so dass die Vögel auf engem Raum ein breites Nahrungs- und Deckungsangebot vorfanden.

Die Situation in Thüringen stellt sich anders dar. Neben den bodenkahlen Fichtenforsten findet man in den älteren Sukzessionsstadien häufig flächendeckend Waldreitgras bzw. Drahtschmiele, die im Gegensatz zu den Ericaceen weder eine gute Nahrung noch ausreichend Deckung für die Vögel bieten. Gründe für die verstärkte Vergrasung sind die Kahlschlagswirtschaft der vergangenen Jahrzehnte (BOOCK 1998, KLAUS 1995) und der Anstieg der atmosphärischen Stickstoffeinträge (KLAUS et al. 1997, BECKER 2001). Kahlschläge spielten allerdings nach 1990 mit Umstellung der Forstwirtschaft keine Rolle mehr. Erst mit der verstärkten Borkenkäfer-Bekämpfung ab 2018–2020 sind wieder größere Kahlf Flächen entstanden.

Fazit: Große Unterschiede zeigten sich beim Vergleich von Angebot und Nutzung der Bodenvegetation in Thüringen. Hier waren alle erfassten Parameter der Bodenvegetation, außer die Gras- und Krautvegetation, in den vom Auerhuhn genutzten Habitaten in deutlich höheren Anteilen vorhanden. In Russland war es genau umgekehrt. Die Ergebnisse beweisen die großflächig gute Eignung der Lebensräume im russischen Unter-

suchungsgebiet. Der geringe Unterschied zwischen den genutzten und angebotenen Habitaten bedingt den geringeren Erklärungswert des Habitatmodells für das russische Fanggebiet.

Erstmals wurde hier der Vergleich der Waldlandschaft Thüringens in der gemäßigten Klimazone (GOUDIE 1995) mit der südlichen Taiga, in der kontinentalen Klimazone (WALTHER 1974) bezüglich der Habitategnung für das Auerhuhn dargestellt und die entscheidenden Parameter zu klären versucht. Das russische Untersuchungsgebiet weist auf Grund geringeren Wirtschaftsdrucks, geringerer Erschließung, dünnerer menschlicher Besiedlung und anderer klimatischer Verhältnisse großflächig gute Auerhuhnlebensräume auf. Auf Grund dessen war dort überhaupt der Fang einer großen Anzahl von Auerhühnern im Rahmen des hier dargestellten Projekts ohne Schädigung der Population möglich.

Dank

Wir danken dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, der das Projekt mit einem Stipendium über zweieinhalb Jahre unterstützte. Der Stiftung Naturschutz Thüringen, im besonderen Herrn Dr. Dieter Franz, sei für die Finanzierung der Reisen nach Russland gedankt. Herrn Prof. Dr. Klaus Reinhardt danken wir für die umfangreiche Beratung und Realisierung der statistischen Auswertungen. Thüringen Forst sei für die logistische Unterstützung der Gländearbeiten gedankt und hier ganz besonders den Forstamtsleitern Peter Hamers (Neuhaus), Hartmut Eckardt und Matthias Schwimmer (beide Forstamt Reichmannsdorf).

Literatur

- BAFU (2008): Artenförderung Vögel. Aktionspläne für die Schweiz. Umwelt Vollzug Nr.0804. Bundesamt für Umwelt, Schweizerische Vogelwarte, Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Bern, Sempach und Zürich.
- BECKER, R. (2001): Ökologische Belastungsgrenzen (Critical Loads) an den Wald- und Hauptmessstationen in Thüringen. Mitteilungen der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft 19: 13–36.
- BERGMANN, H. H., S. KLAUS & R. SUCHANDT (2003): Auerhühner – schön, scheu, schützenswert. – Braun, Karlsruhe.
- BESHKAREV, A. B.; A. BLAGOVIDOV, V. TEPOV & O. HJELJORD (1995): Spatial distribution and habitat preference of male Capercaillie in the Pechora-Ilych Nature Reserve in 1991–92. – Proceedings of the International Grouse Symposium 6: 48–53.

- BIEDERMANN, R. (1992): Athropodenvielfalt und Auerhuhn – Nahrung in den emissionsgeschädigten Hochlagen des Bayerischen Waldes. – Dipl. Arbeit, Universität Regensburg.
- BOOCK, W. (1998): Altholzverteilung 1934 bis 1995 und Siedlungsdichte des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) in einem Vorkommensgebiet im Thüringer Schiefergebirge. – Acta ornithologica 4,1: 53–61.
- BOOCK, W. & D. PAPE (1995): Forstliche Maßnahmen zum Auerhuhnschutz im Thüringer Schiefergebirge. – Naturschutzreport 10: 91–101.
- BOLLMANN, K.; P. WEIBEL & R. F. GRAF (2005): An analysis of central Alpine capercaillie spring habitat at the forest stand scale. – Forest Ecology and Management 215: 307–318.
- BOLLMANN, K.; P. MOLLET & R. EHREBAR (2013): Das Auerhuhn *Tetrao urogallus* im Alpen Lebensraum: Verbreitung, Bestand, Lebensraumsprüche und Förderung. – Vogelwelt 134: 19–28.
- BORCHTCHESKI, V. G.; O. HJELJORD, P. WEGGE & A. SIVKOV (2003): Does fragmentation by logging reduce grouse reproductive success in boreal forests? – Wildlife Biology 9: 275–282.
- BRAUNISCH, V. & R. SUCHANT (2007): A model for evaluating the 'habitat potential' of a landscape for capercaillie *Tetrao urogallus*: a tool for conservation planning. – Wildlife Biology 13 (1): 21–33.
- BUTTIG, F. (1996): Zur Situation des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) im Thüringer Schiefergebirge-Bestanderfassung und Habitatanalyse. – Unveröff. Dipl.-Arbeit an der Thüringer Fachhochschule für Forstwirtschaft Schwarzburg.
- COPPES J.; M. KOCHS, J. EHRLACHER, R. SUCHAND & V. BRAUNISCH (2015): The challenge of creating a large-scale capercaillie distribution map. – Grouse News 50: 21–23.
- DEBRUNNER, R. (2004): Das Auerhuhn als Schirmart für ausgewählte Käferarten: Eine Untersuchung zur Beziehung zwischen Auerhuhnvorkommen und Biodiversität. – unveröff. Dipl.-Arb. ETH Zürich.
- DEL CAMPO, J. C. & J. F. GARCIA – GAONA (1983): Auerhuhnzählung in der Cantabrischen Kordillere. – Natural Hispania 25: 1–32 (span.).
- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT & J. SARGATAL (eds.) (1994): Handbook of the Birds of the World. Vol. 2 New World Vultures to Guinea-fowl. – Lynx Ediciones, Barcelona.
- GJERDE, I. & P. WEGGE (1989): Spacing pattern, habitat use and survival of Capercaillie in a fragmented winter habitat. – Ornis Scandinavica 20: 219–225.
- GLUTZ V. BLOTZHEIM, U.; K. M. BAUER & E. BEZZEL (1994): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 5 Galliformes und Gruiformes. – 2. Aufl. Aula Verlag Wiesbaden.
- GOUDIE, A. (1995): Physische Geografie. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.
- GRAF, R. F.; K. BOLLMANN, W. SUTER & H. BUGMANN (2004): Using a multi – scale model for identifying priority areas in capercaillie (*Tetrao urogallus*) conservation. – In SMITHERS, R. (ed): Proceedings of the 12. annual IALE(UK) conference "Landscape ecology of trees and forests": 84–90. Cirencester, UK.
- GRAF, R. F.; K. BOLLMANN, W. SUTER & H. BUGMANN (2007): Forest and landscape structure variables as predictors for capercaillie occurrence. – Journal for Wildlife Management 71 (2): 356–365.
- GRAF, K. & S. KLAUS (2001): A translocation experiment using capercaillie *Tetrao urogallus* from central Russia. Vogelkundl. Ber. Niedersachsen 33: 181–186.
- GRIMM, V. & I. STORCH (2000): Minimum viable population size of capercaillie *Tetrao urogallus*: results from a stochastic model. – Wildlife Biology 6: 219–225.
- HANSSON, L. (1992): Landscape ecology of boreal forest. – TREE 7: 299–302.
- HEINEMANN, U. (1989): Das Nahrungsspektrum des Auerwildes (*Tetrao urogallus* L.) Literaturstudie und eigene Untersuchungen. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- HIEKEL, W.; F. FRITZLAR, A. NÖLLERT, & W. WESTHUS (2004): Die Naturräume Thüringens. – Naturschutzreport 21, Jena.
- KAISER, E. (1955): Thüringervald und Schiefergebirge. Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha.
- KASTDALEN, L. & P. WEGGE (1985): Animal food in capercaillie and black grouse chicks in southeast Norway – a preliminary report. – Proceedings of the International Grouse Symposium 3: 499–509.
- KIRIKOV, S. V. (1947): Balz und Fortpflanzungsbiologie des Auerhuhns im Südrural. – Zoologisches Journal Moskau 25: 71–84 (russ.).
- KLAUS, S. (1995): Situation der Auerhühner in Thüringen. – Naturschutzreport 10: 11–21.
- KLAUS, S.; W. BOOCK, M. GÖRNER & E. SEIBT (1985): Zur Ökologie des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) in Thüringen. – Acta ornithologica 1: 3–46.
- KLAUS, S.; A. V. ANDREEV, H.-H. BERGMANN, F. MÜLLER, J. PORKERT & J. WIESNER (1989): Die Auerhühner. – Wittenberg-Lutherstadt.
- KLAUS, S.; D. BERGER & J. HUHNS (1997): Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) decline and emissions from the iron industry. – Wildlife Biology 3: 3/4: 131–136.
- KLAUS, S. & H.-H. BERGMANN (2004): Situation der Waldbewohnenden Raufußhuhnarten Haselhuhn *Bonasa bonasia* und Auerhuhn *Tetrao urogallus* in Deutschland – Ökologie, Verbreitung, Gefährdung und Schutz. – Vogelwelt 125: 283–295.
- LECLERO, B. & F. MENONI (2018): Grande tetras. – Biotop editions, Meze: 257 S.
- MARCSTRÖM, V. (1978): Silviculture and higher fauna Sweden. – 13. Congress Game Biol. Atlanta: 401–413.
- MIETTINEN, J.; P. HELLE & A. NIKULA (2005): Lek area characteristics of capercaillie (*Tetrao urogallus*) in eastern Finland as analysed from satellite-based forest inventory data. – Scandinavian Journal of Forest Research 20: 358–369.
- MÜLLER, F. (1974): Territorialverhalten und Siedlungsstruktur einer mitteleuropäischen Population des Auerhuhns, *Tetrao urogallus* major C. L. Brehm. – Dissertation Marburg.
- PICOZZI, N.; D. C. CATT & R. MOSS (1992): Evaluation of capercaillie habitat. – Journal of Applied Ecology 29: 751–762.
- PORKERT, J. (1980): Vergrasung des Waldbodens als Birkwildproblem. – Beihefte zur Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 16: 75–95.
- PÜRKAUER, C. (1994): Die Habitatnutzung des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) in einem Kalkalpinen Gebiet. – unveröff. Dipl.-Arb., München.
- ROLSTAD J. & P. WEGGE (1987): Distribution and size of capercaillie leks in relation to old forest fragmentation, Oecologia (Berlin) 72: 389–394.
- ROLSTAD, J. E. ROLSTAD & P. WEGGE (2007): Capercaillie *Tetrao urogallus* lek formation in young forest. – Wildlife Biology 13: Suppl. 1: 59–67.
- ROMANOV, A. N. (1988): Capercaillie. – Agropromizdat, Moscow (russ.).
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. – Verlag Eugen Ulmer & Co Stuttgart.
- (2003): Artenschutzprojekt Auerhuhn im Nationalpark Bayerischer Wald von 1985–2000. – Nationalpark Bayerischer Wald, Wissenschaftliche Reihe 15: 130 S.
- SCHROTH, K.-E. (1994): Zum Lebensraum des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) Nordschwarzwald. – Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- & Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 178 S.
- SCHROTH, K.-E. (1995): Lebensräume des Auerhuhns im Nordschwarzwald- dargestellt am Beispiel der Kaltenbronner Wälder. – Naturschutzreport 10: 27–45.
- SEGELBACHER, G. & I. STORCH (2002): Capercaillie in the Alps: genetic evidence of metapopulation structure and population decline. – Molecular Ecology 11: 1669–1677.
- SEGELBACHER, G., I. STORCH & J. TOMIUK (2003): Genetic evidence of capercaillie *Tetrao urogallus* dispersal sources and sinks in the Alps. – Wildlife Biology 9: 267–273.
- SEIDEL, G., Hrsg. (1995): Geologie von Thüringen. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- SEMENOV-TJAN-SHANSKI, O. I. (1960): Die Ökologie der Birkhühnvögel (Tetraoniden). – Trudy Laplandskowo Gosudarstvennovo Zapovednika Wypusk V, Moskwa 1960. (2 Bd.).

- SIANO, R. (2008): Überleben, Raum- und Habitatnutzung sowie Ernährung ausgewilderter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.) im Nationalpark Harz. – Cuvillier Verlag Göttingen: 205 S.
- SIANO, R. & S. KLAUS (2013): Auerhuhn *Tetrao urogallus* – Wiederansiedlungs- und Bestandsstützungsprojekte in Deutschland nach 1950 – eine Übersicht. – *Vogelwelt* **134**: 3–18.
- SIANO, R. & C. PERTL (2018): Versuch der Wiederansiedlung des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) im Harz – Rückblick und Schlussfolgerungen. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung **43**: 245–261.
- SIEKIÄ, S. & H. LINDEN (2011): New understanding of broad spatial scales in capercaillie habitat research and management. Suomen Riista **57**: 7–17
- SPIDSO, T. K. & O. H. STUEN (1988): Food selection by capercaillie chicks in southern Norway. – *Canadian Journal of Zoology* **66**: 279–283.
- STEGMANN, B. K. (1938): Grundlagen der ornithologischen Unterteilung der Paläarktis. – In: Fauna SSSR, Nov. Ser. **19** Pticy, Moskau und Leningrad (russ.).
- STORCH, I. (1993a): Habitat Selection by Adult Capercaillie in Summer and Autumn: Is Bilberry Important? – *Oecologia* **95**: 257–265.
- (1993b): Patterns and strategies of winter habitat selection in alpine capercaillie. – *Ecography* **16**: 351–359.
- (1993c): Habitat Use and Spacing of Capercaillie in Relation to Forest Fragmentation Patterns, Dissertation Faculty of Biology, Ludwig-Maximilian-University of Munich
- (1994): Habitat and survival of Capercaillie *Tetrao urogallus* Nests and broods in the Bavarian Alps. – *Biological Conservation* **70**: 237–243.
- (1995a): Annual home range and spacing patterns of capercaillie in central Europe. – *Journal for Wildlife Management* **59** (2): 392–400.
- (1995b): The role of bilberry in central European Capercaillie habitats. – *Proceedings of the International Grouse Symposium* **6**: 116–120.
- (2000): Conservation status and threats to grouse worldwide: an overview. – *Wildlife Biology* **6**: 195–204.
- STUBBE, C. (2004): Auswertung der Thüringer Rotwildstrecken 2003/2004 und Schlussfolgerungen für zukünftige Abschussplangestaltung. – Unveröffentlichter Bericht für die Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei.
- SUCHANT, R. (2002): Die Entwicklung eines mehrdimensionalen Habitatmodells für Auerhuhnareale (*Tetrao urogallus* L.) als Grundlage für die Integration von Diversität in die Waldbaupraxis. – Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung **16**: 350 S.
- SUTER, W., R. F. GRAF & R. HESS (2002): Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and Avian Biodiversity: Testing the Umbrella – Species Concept. – *Conservation Biology* **16**, 3: 778–788.
- THIEL, D., C. UNGER, M. KÉRY & L. JENNI (2007): Selection of night roosts in winter by capercaillie *Tetrao urogallus* in Central Europe. – *Wildlife Biology* **13**: Suppl. 1: 73–86.
- UNGER, C. & S. KLAUS (2005): Schutz und Nutzung der Raufußhühner in Europa. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung **30**: 131–140.
- UNGER, C. & S. KLAUS (2007): Die Situation des Auerhuhns in Thüringen – Ergebnisse der aktuellen Forschung. – *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* **44**: 104–112.
- UNGER, C. & S. KLAUS (2010): Einfluß der topographischen Faktoren Höhenlage, Hangneigung und Exposition auf die Habitatwahl umgesiedelter russischer Auerhühner *Tetrao urogallus* in Thüringen. – *Anzeiger des Vereins Thüringer Ornithologen* **7**: 49–56.
- UNGER, C. & S. KLAUS (2013a): Translokation russischer Auerhühner *Tetrao urogallus* nach Thüringen. – *Vogelwelt* **134**: 43–54.
- UNGER, C. & S. KLAUS (2013b): Schlafbaumwahl von Auerhühnern (*Tetrao urogallus*) aus Russland nach Translokation ins Thüringer Schiefergebirge. – *Vogelwarte* **51**: 37–44.
- VIHT, E. (1997): Forest characteristics of capercaillie *Tetrao urogallus* display grounds and their surroundings in Estonia. – *Wildlife Biology* **3**: 3/4: 291.
- VOOUS, K. H. (1962): Die Vogelwelt Europas und ihre Verbreitung. – Hamburg u. Berlin.
- WALTER, H. (1974): Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. – Stuttgart.
- WEGGE, P. & J. ROLSTAD (1986): Size and spacing of Capercaillie leks in relation to social behavior and habitat. – *Behaviour, Ecology and Sociobiology* **19**: 401–408.
- WIESNER, J., S. KLAUS, H. WENZEL, A. NÖLLERT & W. WERRES unter Mitarbeit von K. WOLF (2007): Die EG Vogelschutzgebiete Thüringens. Naturschutzreport **25**.
- ZIMMERMANN, A. & L. THIELEMANN (2018): Ergebnisse des Pilotprojektes zur Wiederansiedlung des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in Brandenburg. – *Vogelwelt* **138**: 29–53.

Anschrift der Autoren:

Dr. Christoph Unger
Naturkundemuseum Erfurt
Große Arche 14
D-99084 Erfurt
christoph.unger@erfurt.de

Dr. Siegfried Klaus
Lindenhöhe 5
D-07749 Jena
siegi.klaus@gmx.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Unger Christoph, Klaus Siegfried

Artikel/Article: [Habitatwahl von Auerhühnern \(Tetrao urogallus Linnaeus, 1758\): im Herkunftsgebiet Russlands und nach der Translokation in Thüringen 89-112](#)