

Nahrungsangebot für Auerhuhnküken – Phänologie und Verteilung der Lepidoptera-Larven

Sarah Hummel Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil (CH)

Roland F. Graf Wildtiermanagement (WILMA), Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil (CH)*

Food supply for capercaillie chicks – phenology and distribution of the Lepidoptera larvae

According to Scandinavian literature, Lepidoptera larvae are particularly important for the rearing of capercaillie chicks. For Central European habitats, we lack detailed information on invertebrate food availability as a function of habitat conditions and season. Using the sweep-net sampling technique, we examined the phenology and spatial distribution of larvae in forest stands with bilberry vegetation in dependence of the canopy cover and the duration of sunshine. The availability of Lepidoptera larvae was highest in mid of June and decreased to almost zero in July. The abundance and biomass of Lepidoptera larvae was lower at sunny (sunshine duration 4–10 h) and open locations (canopy cover 0–30%) than at shady places (sunshine duration 0–3 h) with intermediate canopy cover (35–60%). These results lead to the conclusion that forests with an intermediate canopy cover provide better foraging habitat for capercaillie chicks than very open and sunny forest stands. Further, the timing of hatching and the phenology of Lepidoptera larvae may be an important issue in Central European habitats. However, in Switzerland we lack information on reproductive success to study this connection more profoundly.

Keywords: capercaillie, *Tetrao urogallus*, Lepidoptera larvae, bilberry, chick food, reproduction, timing
doi: 10.3188/szf.2014.0043

* Grüental, CH-8820 Wädenswil, E-Mail roland.graf@zhaw.ch

Wie in fast allen Regionen Europas schrumpfen die Bestände und das Verbreitungsgebiet des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) auch in der Schweiz seit den 1970er-Jahren stark (Mollet et al 2003, Moss et al 2000, Marti 1986, Wegge 1979). Für den Bestandesrückgang des Auerhuhns in Europa wird eine Kombination verschiedener Ursachen verantwortlich gemacht. Sowohl Lebensraumverlust und -degradierung, Störungen durch menschliche Aktivitäten, Prädation, klimatische Veränderungen, Nahrungsmangel als auch eine fehlende zeitliche Synchronisation zwischen Brutzeitpunkt und Larvenangebot können zu einem verminderten Fortpflanzungserfolg führen (Thiel et al 2008, Thiel et al 2007, Mollet et al 2003, Moss et al 2001).

Die Auerhuhnküken sind in den ersten Lebenswochen aufgrund ihres schnellen Wachstums auf höchst nahrhafte und einfach verdaubare Nahrung angewiesen (Wegge & Kastdalen 2007, Savory 1989). Die Verfügbarkeit einer optimalen Nahrungsgrundlage ist daher entscheidend (Lakka & Kouki 2009, Picozzi et al 1999). Entsprechend dominieren Invertebraten in den ersten drei Wochen die Nah-

rung mit etwa 80% deutlich (Wegge & Kastdalen 2008). Erst ab der siebten Lebenswoche wird diese nahezu vollständig von pflanzlicher Nahrung abgelöst (Klaus et al 1989, Spidsø & Stuen 1988).

Die Zusammensetzung der Invertebraten in der Kükennahrung dürfte zwischen den Jahren und den Habitaten variieren (Spidsø & Stuen 1988). In nordeuropäischen Studien kam den Lepidoptera-Larven jeweils eine besondere Bedeutung zu (Picozzi et al 1999, Atlegrim & Sjöberg 1995). Die Familie der Spannerlarven (*Geometridae*) stellte mit einem Anteil von etwa einem Drittel die bei Weitem wichtigste Nahrungskomponente dar (Wegge & Kastdalen 2008). Das Angebot an Lepidoptera-Larven korreliert positiv mit dem Deckungsgrad der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*; Lakka & Kouki 2009), da ein Grossteil dieser Larven auf das Vorkommen von Heidelbeerstauden als Nahrungspflanze angewiesen ist (Baines et al 1994, Carter & Hargreaves 1987). Neben optimalen Nahrungsbedingungen bietet die Heidelbeervegetation auch ausreichend Deckung, und die mikroklimatischen Eigenschaften sind für die Küken günstig (Stettler et al 2010). Dadurch entstehen ideale Aufzuchtbedingungen (Graf & Boll-

mann 2008, Storch 1993). Ludwig et al (2006) sowie Baines et al (2004) konnten denn auch eine positive Korrelation zwischen Brut- und Aufzuchterfolg einerseits und dem Heidelbeerdeckungsgrad andererseits nachweisen. Ausserdem ist der Schlüpfzeitpunkt der Auerhuhnküken offenbar mit dem Höhepunkt der Lepidoptera-Larvenbiomasse auf der Heidelbeere synchronisiert (Baines et al 1996, Atlegrim 1991). Auerhuhn-Hennen mit Küken dürften höhere Ansprüche an den Lebensraum stellen als adulte Tiere im Winterhalbjahr oder die solitär lebenden Hähne im Sommer (Suter & Graf 2008). Förderprojekte sollten daher die Schaffung günstiger Aufzuchtlebensräume ermöglichen (Stadler et al 2008).

Ein wesentlicher Teil der beschriebenen Forschungsergebnisse stammt von Studien aus Nord-europa. Gegenüber diesen Regionen unterscheiden sich die mitteleuropäischen Auerhuhnlebensräume in Bezug auf die Zusammensetzung und Struktur der Vegetation sowie die klimatischen Verhältnisse deutlich (z.B. Klaus et al 1989). Da die Heidelbeere auch in Mitteleuropa bedeutender Aufzuchtlebensraum ist (z.B. Storch 1994), dürften die Lepidoptera-Larven auch hier eine Hauptnahrung für die Küken in den ersten Lebenswochen darstellen. Für die Förderung des Auerhuhns ist deshalb relevant, wie diese Ressource in Raum und Zeit verfügbar ist. Wir untersuchten die Phänologie und Verteilung der Larven in Abhängigkeit vom Baumdeckungsgrad und von der Sonnenscheindauer während der Aufzuchtperiode des Auerhuhns.

Methode

Untersuchungsgebiet

Die beiden Untersuchungsgebiete Teufimatt und Chli Fürstein befinden sich im Kanton Obwalden an der Grenze zum Kanton Luzern in den Zentralschweizer Voralpen und sind Teil der Moorlandschaft Glaubenberg, einer Moorlandschaft von nationaler Bedeutung (BAFU 2007; Abbildung 1). Aufgrund des ausgeprägten Reliefs entstand ein abwechslungsreiches, kleinräumiges Lebensraummosaik. Die hohen Niederschläge (1700 mm pro Jahr) und der Untergrund aus wasserundurchlässigem Flyschgestein führten zu einer hohen Moordichte mit einer grossen Vielfalt verschiedener Flach- und Hochmoortypen (BAFU 2007). Als Folge der extremen Bodenverhältnisse sind die Waldbestände grösstenteils licht, mit einem Deckungsgrad der Baumschicht von maximal 60–70%; der Nadelbaumanteil beläuft sich auf über 90%, und die Krautschicht ist üppig. Vor allem in den lichterem Waldbeständen dominiert vielerorts die Heidelbeere die Bodenvegetation. Regelmässige Nachweise bestätigen die Besiedlung des Gebietes durch das Auerhuhn.

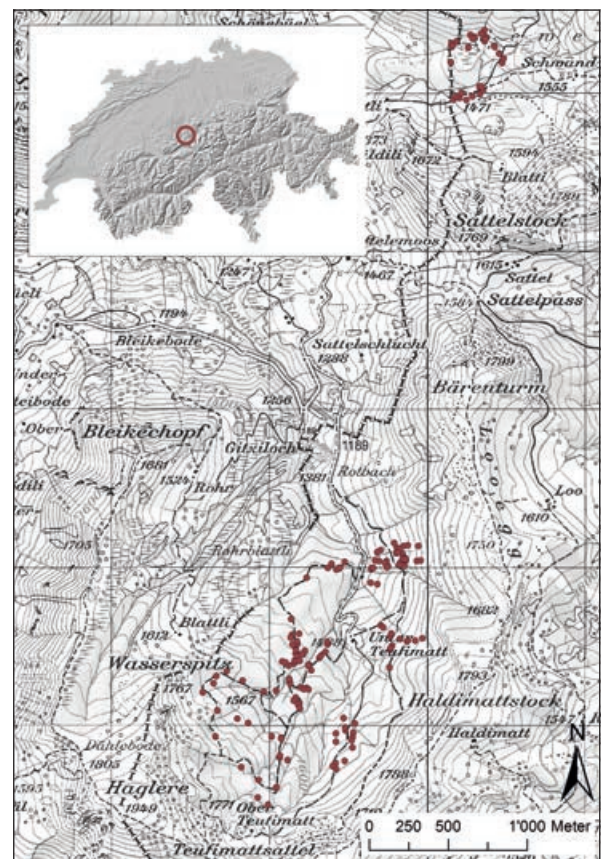


Abb 1 Lage des Untersuchungsgebiets (kleines Bild) sowie Lage der 168 Stichproben (rote Punkte) in den beiden Teilgebieten Teufimatt (unten) und Chli Fürstein (oben). Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA14002)

Aufnahmedesign

Zwischen dem 15. Mai 2012 und dem 8. Juli 2012 wurden 168 Aufnahmen durchgeführt, deren Standorte sich auf die gesamte begehbare Fläche der beiden Untersuchungsgebiete verteilten (Abbildung 1). Aufnahmen wurden ausschliesslich in Beständen mit gutem Heidelbeervorkommen durchgeführt. Da diese Bestände nicht vorgängig mittels Kartenmaterial abgegrenzt werden konnten, erfolgte deren Erfassung vor Ort. Sie mussten auf mindestens 10 m² eine möglichst homogene Heidelbeerdeckung aufweisen. Bei der Auswahl der Bestände achteten wir zudem darauf, an jedem Felderhebungstag beziehungsweise in jeder Erhebungswoche eine möglichst grosse Bandbreite verschiedener Expositionen und Baumdeckungsgrade abzudecken. Die exakte Positionierung der Aufnahme- und Auswahlfeldfläche im ausgewählten Bestand erfolgte zufällig durch Würfeln, indem wir in zwei Würfeldurchgängen die Haupthimmelsrichtung und die Entfernung vom Ausgangsstandort in Metern festlegten. In Woche 24 konnten aus organisatorischen Gründen keine Daten erfasst werden.

Aufnahme der Standortfaktoren

Die Deckungsgrade der Strauch- und Baumschicht wurden auf einer quadratischen Aufnahme- und Auswahlfeldfläche von 25 × 25 m erhoben. Auf einer Fläche von

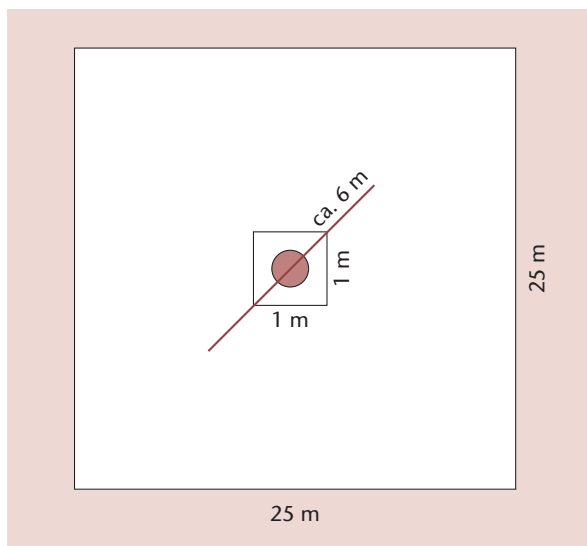


Abb 2 Darstellung einer einzelnen Aufnahme- und Beobachtungsfläche mit dem Zentrum für die Platzierung des Sonnenkompasses, dem 1×1-m-Quadrat für die Beurteilung der Heidelbeervegetation und dem 25×25-m-Quadrat, auf dem der Deckungsgrad der Baum- und der Strauchschicht erfasst wurde. Auf einem Transekt durch den Mittelpunkt der Aufnahme- und Beobachtungsfläche wurden die Lepidoptera-Larven erfasst (zehn Kescherschläge).

einem Quadratmeter im Zentrum der jeweiligen Aufnahme- und Beobachtungsfläche erfassten wir den Heidelbeerdeckungsgrad und die Heidelbeerhöhe sowie mittels Sonnenkompass die Sonnenzeiten und die Sonnenscheindauer (Abbildung 2).

Erfassung der Lepidoptera-Larven

Die Lepidoptera-Larven (Abbildung 3) wurden mittels Keschermethode erfasst. Dafür führten wir mit einem Streifkescher (V2A-Edelstahl rund, Durchmesser 30 cm, Baumwollsack) auf einem circa 6 m langen Transekt durch das Zentrum der Aufnahme- und Beobachtungsfläche zehn gleichmässige, schnelle Schläge aus (Abbildung 4). Die dabei gefangenen Lepidoptera-Larven wurden aussortiert und in Ethanol (75%) konserviert.



Abb 3 Lepidoptera-Larve auf einem Heidelbeerblatt.

Laboranalyse

Im Labor zählten wir die Anzahl Larven pro Probe aus und bestimmten sie unter dem Stereomikroskop (LEICA MZ6) bis auf Familienniveau. Anschliessend wurden die Proben in einem Ofen bei einer Temperatur von 60 °C 24 Stunden getrocknet und deren Biomasse gewogen (Waage: Mettler Toledo Classic Plus AB 135-S/Fact, kleinste Messeinheit 0.0001 g).

Statistische Auswertung

Die Phänologie des Larvenangebots (Anzahl Larven, Trockengewicht der Gesamtproben, Trockengewicht einzelner Larven im Zeitverlauf) stellten wir für zwei unterschiedliche Baumdeckungsgrade (0–30% und 35–60%) separat dar.

In der Peakperiode der Larvenverfügbarkeit (Wochen 23–26; n=82) verglichen wir das Larvenangebot (Anzahl, Trockengewicht) zwischen offenen und halboffenen Waldbeständen (Baumdeckungsgrad 0–30%, n=55, resp. 35–60%, n=27) bzw. zwischen sonnigen (4–10 h, n=38) und schattigeren Standorten (0–3 h, n=44). Hierfür verwendeten wir Boxplots sowie den Wilcoxon-Sign-Rank-Test (in R Version 3.0.1), um die Signifikanz dieser Vergleiche zu testen.

Zusätzlich führten wir eine multiple Regressionsanalyse durch (STATISTICA Statsoft, Inc., stepwise; Kombination backward-forward), um die Abhängigkeit des Larvenangebots (Anzahl Larven, Trockengewicht) von den Standorteigenschaften zu untersuchen. Die Standortfaktoren Deckungsgrad der Baumschicht, Höhe der Heidelbeere, Höhenlage und potenzielle Globalstrahlung wurden als unabhängige Variablen verwendet. Nicht verwendet wurden die Standortfaktoren Deckungsgrad der Strauchschicht, Deckungsgrad der Heidelbeere, Sonnenscheindauer und Sonnenzeiten, weil sie mit mindestens einer anderen Variable hoch korreliert waren (Spearman >0.7).



Abb 4 Sammeln der Lepidoptera-Larven mittels Streifkescher.

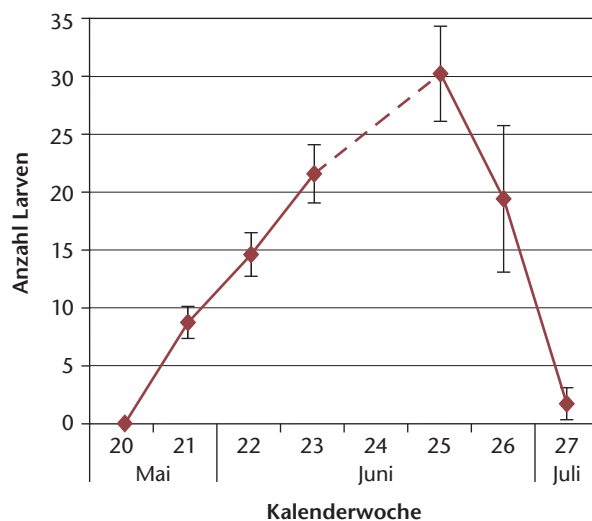
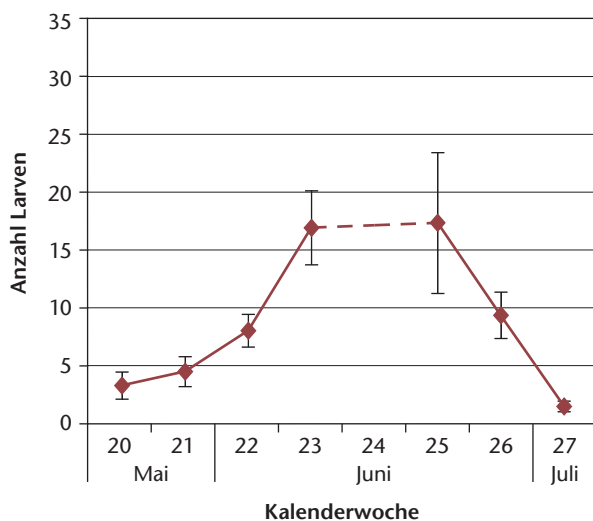


Abb 5 Entwicklung der Abundanz des Larvenvorkommens bei einem Deckungsgrad der Baumschicht von 0–30% (links) und 35–60% (rechts). Dargestellt sind die Mittelwerte aller Proben pro Kalenderwoche mit dem jeweiligen Standardfehler. In der Kalenderwoche 24 erfolgten keine Aufnahmen, daher sind die Kurven dort unterbrochen.

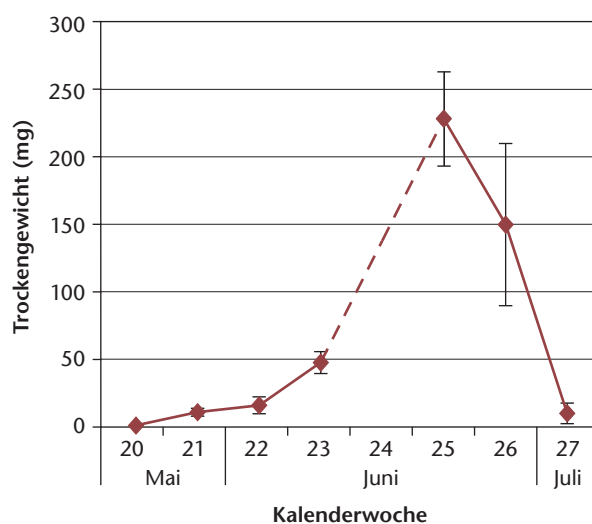
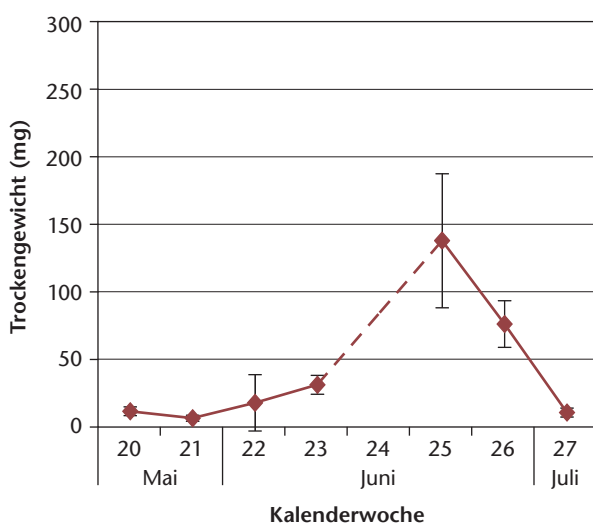


Abb 6 Entwicklung der Biomasse des Larvenvorkommens bei einem Deckungsgrad der Baumschicht von 0–30% (links) und 35–60% (rechts). Dargestellt ist der Mittelwert pro Kalenderwoche mit dem jeweiligen Standardfehler. In der Kalenderwoche 24 erfolgten keine Aufnahmen, daher sind die Kurven dort unterbrochen.

Resultate

Insgesamt konnten 1885 Larven aus vier Familien gesammelt und bestimmt werden (Tabelle 1). Die Familie der Spanner (*Geometridae*) dominierte dabei mit einem Anteil von 97% deutlich. Die Anzahl Larven nahm von Kalenderwoche (KW) 20 bis 23 respektive 25 kontinuierlich zu und sank in KW 27 wieder auf fast null ab. Dabei war der Peak der Larvenanzahl bei einem Deckungsgrad der Baumschicht von 0–30% tiefer (durchschnittlich 17 Individuen) als bei einem solchen von 35–60% (durchschnittlich 30 Individuen, +76%; Abbildung 5).

Die Biomasse stieg von wenigen mg Trockengewicht zu Beginn der Aufnahmen auf knapp 150 (Deckungsgrad 0–30%) respektive über 200 mg an (Deckungsgrad 35–60%; Abbildung 6). Dabei fiel vor allem die markante Gewichtszunahme zwischen KW 23 und KW 25 auf, bevor das Gewicht wieder auf den Ausgangswert abfiel. Die Larvenentwicklung setzte im offenen Waldbestand mindestens eine Woche früher ein als im halboffenen.

Während der Peakperiode der Larvenverfügbarkeit (KW 23–26) fanden wir in den halboffenen Waldbeständen mehr Larven und massen dort auch höhere Trockengewichte als in den offenen Beständen (Abbildung 7 oben; Wilcoxon-Sign-Rank-Test, $W=418$, $p=0.001$, resp. $W=458$, $p=0.005$, $n=82$). Analog zeigten die schattigeren Standorte höhere Larvenanzahlen und eine höhere Trockenbiomasse als die sonnigen (Abbildung 7 unten; Wilcoxon-Sign-Rank-Test, $W=1180.5$, $p=0.001$, resp. $W=1232$, $p<0.001$, $n=82$).

	Total Larven	Spanner (<i>Geometridae</i>)	Wickler (<i>Tortricidae</i>)	Eulenfalter (<i>Noctuidae</i>)	Glucken (<i>Lasiocampidae</i>)
Anzahl	1885	1829	38	15	3
Anteil	100.0	97.0	2.0	0.8	0.2

Tab 1 Einteilung der an den 168 Standorten erfassten Lepidoptera-Larven.

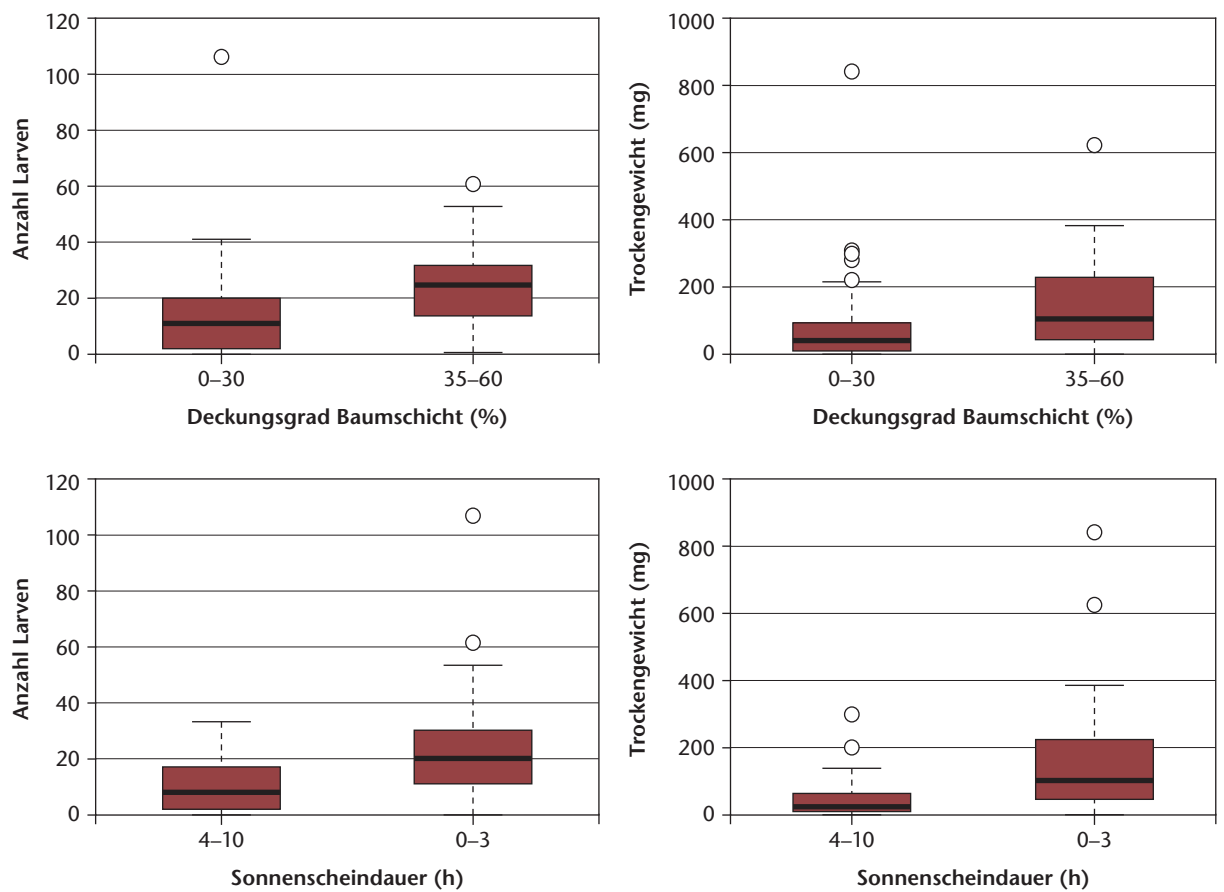


Abb 7 Abundanz (links) und Biomasse (rechts) der Lepidoptera-Larven während der Peakperiode der Larvenverfügbarkeit (KW 23–26) in Abhängigkeit vom Deckungsgrad der Baumschicht (oben) respektive von der Sonnenscheindauer (unten). In den Boxplots sind der Median, die Quartile und die Ausreisser dargestellt. Deckungsgrad der Baumschicht: 0–30% (offene Bestände; $n=55$) und 35–60% (halboffene Bestände; $n=27$), Sonnenscheindauer: 4–10 Sonnenstunden (sonnige Bestände; $n=38$) und 0–3 Sonnenstunden (schattigere Bestände; $n=44$).

In der Variablenselektion der multivariaten, linearen Regressionsanalyse blieb jeweils nur eine Variable im Modell, der Deckungsgrad der Baumschicht. Wir fanden schwach positive Beziehungen zwischen der Anzahl Larven und dem Deckungsgrad der Baumschicht ($R^2=0.20$, $F=5.91$, $p<0.001$, $n=82$) sowie zwischen der Biomasse und dem Deckungsgrad der Baumschicht ($R^2=0.14$, $F=4.18$, $p=0.004$, $n=82$).

Diskussion

Von allen mittels Kescherfängen erfassten Lepidoptera-Larven dominierte die Familie der Spanner mit einem Anteil von 97% deutlich. Diese Familie stellt laut Wegge & Kastdalen (2008) auch die bei Weitem wichtigste Nahrungskomponente für ein bis drei Wochen alte Küken dar. Spannerraupen sind im Gegensatz zu den meisten anderen Familien tagaktiv und fressen frei sitzend auf ihren Futterpflanzen, was sie zu einer besonders leichten Beute für die Küken macht (Carter & Hargreaves 1987) und auch ihre Dominanz bei den Kescherfängen erklärt.

Betrachtet man den Verlauf der Larvenentwicklung, so fällt auf, dass die Verfügbarkeit der Larven auf ein relativ enges Zeitfenster im Juni be-

schränkt war. In einer 2011 durchgeführten, vergleichbaren Studie im benachbarten Grossschlierental (Obwalden) lag die Peakperiode etwa zwei Wochen früher im Jahr (Betschart 2012, Lauber 2011). Die zeitliche Verschiebung lässt sich mit den tiefen Temperaturen und den grossen Schneemengen im Frühjahr 2012 erklären, welche die Entwicklung der Heidelbeere verzögerten (Wegge & Kastdalen 2008). Ebenso setzte die Larvenentwicklung in den halboffenen Beständen (Deckungsgrad der Baumschicht 35–60%) ungefähr eine Woche später ein als in den offenen Beständen (Deckungsgrad 0–30%). Sowohl das Wetter als auch kleinräumige Standortunterschiede beeinflussen somit das Timing und die Wachstumsrate der Pflanzen im Frühjahr und damit auch die Verfügbarkeit der Lepidoptera-Larven für die Küken im Frühsommer (Moss et al 2001). Im Zuge der globalen Klimaänderung müssen wir damit rechnen, dass höhere Frühjahrestemperaturen eine zeitliche Vorverschiebung des Pflanzenwachstums bewirken (z.B. Root et al 2003). Da der Wechsel in der Nahrungszusammensetzung bei den Auerhühnküken von tierischer zu pflanzlicher Nahrung nicht durch die temporäre Verfügbarkeit der Nahrungsressourcen bestimmt wird, sondern durch physiologische Anpassungen des Verdauungssystems

(Wegge & Kastdalen 2008, Spidsø & Stuen 1988), könnte dies eine Diskrepanz zwischen der Larvenverfügbarkeit und den Nahrungsansprüchen der Küken zur Folge haben. Potenzielle Probleme der Synchronisierung zwischen Nahrungsangebot und Schlupfzeitpunkt können in der Schweiz jedoch nicht untersucht werden, da systematische Erhebungen des Bruterfolgs fehlen.

Bei der Analyse der Standortfaktoren mithilfe multivariater linearer Regression zeigte sich eine schwach positive Beziehung zwischen den Lepidoptera-Larven und dem Deckungsgrad der Baumschicht. Diese Resultate decken sich mit Studien von Atlegrim (1991) und Sjöberg et al (1991). Eine mögliche Erklärung für diese Ergebnisse liefert die Ausprägung der Heidelbeerstauden als Futterpflanze der Raupen. Stauden auf Offenflächen weisen einen höheren Phenolgehalt auf (Atlegrim 1991). Einige Phenolsäuren können bei Lepidoptera-Larven oxidativen Stress erzeugen und ab einer gewissen Konzentration gar toxisch wirken (Summers & Felton 1994). Dies kann zu einer Hemmung des Wachstums und einer erhöhten Mortalität der Larven führen (Martin & Allgaier 2011). Beschattete Pflanzen sind hingegen durch höhere Stickstoffkonzentrationen, einen höheren Wassergehalt sowie grössere Blätter und Jahrestriebe charakterisiert (Atlegrim & Sjöberg 1996, Atlegrim 1991). Demzufolge ist die Qualität beschatteter Stauden als Futterpflanzen besser, was sich wiederum positiv auf Abundanz und Biomasse der Larven auswirkt (Sjöberg et al 1991).

In Empfehlungen für eine auerhuhngerechte Waldbewirtschaftung wird bezüglich Kükennahrung nur erwähnt, dass Insekten durch Schaffung von ausreichendem Lichteinfall und von trockenen Kleinstandorten am Waldboden gefördert werden sollen (Mollet & Marti 2001, Grämiger 2012). Aufgrund unserer Resultate und Literaturangaben sollte jeweils präzisiert werden, dass Lepidoptera-Larven als wesentliche Nahrungsressource der Auerhuhnküken von optimal ausgeprägter Heidelbeervegetation unter einer Schatten spendenden Baumschicht profitieren. Um optimale Aufzuchtlevensräume zu gewährleisten, sollte daher mittels forstlicher Aufwertungsmassnahmen ein möglichst vielfältiges Waldbestandsmosaik mit sonnigen und schattigen Beständen, Lichtungen und Schneisen angestrebt werden. ■

Eingereicht: 25. November 2013, akzeptiert (mit Review): 7. Januar 2014

Dank

Das Amt für Landwirtschaft und Wald (LAWA) des Kantons Luzern und das Amt für Wald und Landschaft des Kantons Obwalden ermöglichten uns, Studien zum Auerhuhn im Gebiet der Teufimatt durchzuführen. Eugen Gasser (Wildhüter Ob-

walden), Erwin Meier (LAWA) und Niklaus Zbinden (Vogelwarte Sempach) danken wir für die lokale und fachliche Unterstützung, Michael Vogel (ZHAW) und Christa Gufler (ZHAW) für die Organisation des Labormaterials. Die Teufimatt hütte durften wir dank Frieda und Hans Grüter zur Übernachtung und als Materiallager nutzen.

Literatur

- ATLEGRIM O (1991)** Interactions between the bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and a guild of insect larvae in a boreal coniferous forest. Umeå: Swedish Univ Agricultural Sciences, PhD-thesis. 26 p.
- ATLEGRIM O, SJÖBERG K (1995)** Lepidoptera larvae as food for capercaillie chick (*Tetrao urogallus*): A field experiment. Scand J For Res 10: 278–283.
- ATLEGRIM O, SJÖBERG K (1996)** Response of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) to clearcutting and single-tree harvests in uneven-aged boreal *Picea abies* forests. For Ecol Manage 86: 39–50.
- BAFU (2007)** Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung. Moorlandschaftsinventar: Objektbeschreibungen: Objekt 15, Glaruberg. Bundesamt Umwelt, Bern.
- BAINES D, SAGE RB, BAINES MM (1994)** The implications of red deer grazing to ground vegetation and invertebrate communities of Scottish native pinewoods. J Appl Ecol 31: 776–783.
- BAINES D, WILSON IA, BEELEY G (1996)** Timing of breeding in black grouse *Tetrao tetrix* and capercaillie *Tetrao urogallus* and distribution of insect food for the chicks. Ibis 138 (2): 181–187.
- BAINES D, MOSS R, DUGAN D (2004)** Capercaillie breeding success in relation to forest habitat and predator abundance. J Appl Ecol 41: 59–71.
- BETSCHART S (2012)** Energetische Verwertbarkeit verschiedener Arthropodengruppen für Auerhuhnküken. Wädenswil: Zürcher Hochschule Angewandte Wissenschaften, Semesterarbeit. 46 p.
- CARTER DJ, HARGREAVES B (1987)** Raupen und Schmetterlinge Europas und ihre Futterpflanzen. Hamburg: Parey. 292 p.
- GRAF RF, BOLLMANN K (2008)** Ansprüche des Auerhuhns an die Landschaft und das Waldbestandsmosaik. Ornithol Beob 105: 33–43.
- GRÄMIGER M (2012)** Nahrungsangebot im Aufzuchtlevensraum des Auerhuhns *Tetrao urogallus* – Vergleich von aufgewerteten und unbehandelten Flächen. Wädenswil: Zürcher Hochschule Angewandte Wissenschaften, Bachelorarbeit. 56 p.
- HUMMEL S (2012)** Phänologie und räumliche Verteilung der Lepidopteralarven während der Aufzuchtperiode des Auerhuhns in Abhängigkeit verschiedener Standortfaktoren. Wädenswil: Zürcher Hochschule Angewandte Wissenschaften, Bachelorarbeit. 64 p.
- KLAUS S ET AL (1989)** Die Auerhühner. *Tetrao urogallus* und *T. urogalloides*. Wittenberg Lutherstadt: Ziemsen, 2 ed. 280 p.
- LAKKA J, KOUKI J (2009)** Patterns of field layer invertebrates in successional stages of managed boreal forests: Implications for the declining capercaillie *Tetrao urogallus* L. population. For Ecol Manage 257: 600–607.
- LAUBER S (2011)** Nahrungsangebot für Auerhuhnküken in unterschiedlichen Krautschichttypen im Verlauf der Aufzuchtperiode. Wädenswil: Zürcher Hochschule Angewandte Wissenschaften, Bachelorarbeit. 57 p.
- LUDWIG GX ET AL (2006)** Short- and long-term population dynamical consequences of asymmetric climate change in black grouse. Proc Roy Soc 273B: 2009–2016.
- MARTI C (1986)** Verbreitung und Bestand des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Schweiz. Ornithol Beob 83: 67–70.

- MARTIN K, ALLGAIER C (2011) Ökologie der Biozöosen. Berlin: Springer, 2 ed. 370 p.
- MOLLET P, MARTI C (2001) Auerhuhn und Waldbewirtschaftung. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landsch, Vollzug Umwelt. 21 p.
- MOLLET P, BADILATTI B, BOLLMANN K, GRAF RF, HESS R ET AL (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.
- MOSS R, PICOZZI N, SUMMERS RW, BAINES D (2000) Capercaillie *Tetrao urogallus* in Scotland – demography of a declining population. Ibis 142: 259–267.
- MOSS R, OSWALD J, BAINES D (2001) Climate change and breeding success: decline of capercaillie in Scotland. J Anim Ecol 70: 47–61.
- PICOZZI N, MOSS R, KORTLAND K (1999) Diet and survival of capercaillie *Tetrao urogallus* chicks in Scotland. Wildl Biol 5: 11–23.
- ROOT TL, PRICE JT, HALL KR, SCHNEIDER SH, ROSENZWEIG C ET AL (2003) Fingerprints of global warming on wild animals and plants. Nature 421: 57–60.
- SAVORY CJ (1989) The importance of invertebrate food to chicks of gallinaceous species. Proc Nutr Soc 48: 113–133.
- SJÖBERG K, ERICSON L, ATLEGRIM O (1991) The significance of shade for herbivory, invertebrates, and insectivorous birds in a mire – forest ecotone in a boreal forest. Umeå: Swedish Univ Agricultural Sciences. 45 p.
- SPIDSØ TK, STUEN OH (1988) Food selection by capercaillie chicks in southern Norway. Can J Zool 66: 279–283.
- STADLER B, SCHNIDRIG R, MOLLET P, SPAAR R, REHSTEINER U ET AL (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.
- STETTLER M, GRAF RF, ZBINDEN N (2010) Aufzuchtshabitate für Auerhühner – ein Experiment mit Haushühnküken. Schweiz Z Forstwes 161: 264–270. doi: 10.3188/szf.2010.0264
- STORCH I (1993) Habitat selection by capercaillie in summer and autumn: Is bilberry important? Oecologia 95: 257–265.
- STORCH I (1994) Habitat and survival of capercaillie *Tetrao urogallus* nests and broods in the Bavarian Alps. Biol Conserv 70: 237–243.
- SUMMERS CB, FELTON GW (1994) Prooxidant effects of phenolic acids on the generalist herbivore *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae): Potential mode of action for phenolic compounds in plant anti-herbivore chemistry. Insect Biochem Molec 24: 943–953.
- SUTER W, GRAF RF (2008) Das Auerhuhn – eine naturschutzbiologische Betrachtung. Ornithol Beob 105: 17–32.
- THIEL D, JENNI-EIERMANN S, JENNI L (2008) Der Einfluss von Freizeitaktivitäten auf das Fluchtverhalten, die Raumnutzung und die Stressphysiologie des Auerhuhns *Tetrao urogallus*. Ornithol Beob 105: 85–96.
- THIEL D, MÉNONI E, BRENOT JF, JENNI L (2007) Effects of recreation and hunting on flushing distance of capercaillie. J Wildl Manage 71: 1784–1792.
- WEGGE P (1979) Status of capercaillie and black grouse in Norway. In: Lovel TWI, editor. Woodland Grouse Symposium 1978. Bures: World Pheasant Association. pp. 17–26.
- WEGGE P, KASTDALEN L (2007) Pattern and causes of natural mortality of capercaillie, *Tetrao urogallus*, chicks in a fragmented boreal forest. Ann Zool Fenn 44: 141–151.
- WEGGE P, KASTDALEN L (2008) Habitat and diet of young grouse broods: resource partitioning between Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in boreal forests. J Ornithol 149: 237–244.

Nahrungsangebot für Auerhühnküken – Phänologie und Verteilung der Lepidoptera-Larven

Gemäss skandinavischer Literatur sind Lepidoptera-Larven für die Aufzucht der Auerhühnküken besonders bedeutend. Für mitteleuropäische Habitate fehlen detaillierte Informationen zu Angebot und Nutzung von Invertebraten-Nahrung in Abhängigkeit von den Lebensräumen und der Jahreszeit. Mit Kescherfängen untersuchten wir die Phänologie und die räumliche Verteilung der Larven in Waldbeständen mit Heidelbeervegetation in Abhängigkeit vom Baumdeckungsgrad und von der Sonnenscheindauer. Die Verfügbarkeit der Lepidoptera-Larven war Mitte Juni am höchsten und ging im Juli auf beinahe null zurück. Die Abundanz und Biomasse der Lepidoptera-Larven war an sonnigen (Sonnenscheindauer 4–10 Stunden) respektive offenen Standorten (Deckungsgrad der Baumschicht 0–30%) tiefer als an schattigeren (Sonnenscheindauer 0–3 Stunden) respektive halboffenen Standorten (Deckungsgrad 35–60%). Diese Resultate führen zum Schluss, dass halboffene Waldbestände (Deckungsgrad 35–60%) zu einem besseren Nahrungsangebot für Auerhühnküken führen als offene Bestände (Deckungsgrad 0–30%). Für den Bruterfolg des Auerhuhns in Mitteleuropa könnte das Timing des Schlüpfens der Küken und des Vorkommens von Lepidoptera-Larven entscheidend sein. Um dies genauer zu untersuchen, fehlen in der Schweiz die entsprechenden Daten über den Bruterfolg.

Offre nutritive pour les poussins de tétras – phénologie et répartition des larves de lépidoptères

Selon la littérature scandinave, les larves de lépidoptères sont particulièrement importantes pour la croissance des poussins du grand tétras. Pour l'Europe centrale, il manque des informations détaillées sur la disponibilité et l'utilisation de lépidoptères comme nourriture selon les habitats et les saisons. Avec des captures au filet, nous avons examiné la phénologie et la distribution de larves de lépidoptères sur des stations forestières avec des myrtilles au sous-bois en relation avec le degré de couverture du peuplement et la durée d'ensoleillement. L'abondance des larves de lépidoptères est maximale à la mi-juin et se réduit à presque zéro en juillet. La biomasse et la disponibilité en larves de lépidoptères était plus faible dans les emplacements bien ensoleillés (durée d'ensoleillement de 4 à 10 heures) ou dans ceux avec un faible degré de couverture (degré de couverture de 0 à 30%) que les emplacements ombragés (durée d'ensoleillement de 0 à 3 heures) ou des peuplements semi-fermés (degré de couverture de 35 à 60%). Les résultats démontrent que les peuplements semi-fermés (degré de couverture de 35 à 60%) sont plus indiqués que les forêts claires (degré de couverture de 0 à 30%) pour les poussins du grand tétras. La bonne coordination entre l'éclosion des poussins et la disponibilité en larves de lépidoptères pourrait être décisive pour le succès de la reproduction du grand tétras en Europe centrale. Il manque toutefois les données correspondantes en Suisse pour une analyse plus poussée.