

# Auerhuhn-relevante Strukturen aus der Luft erkennen

Das Auerhuhn hat im Schwarzwald lange Zeit von der Waldbewirtschaftung profitiert, sodass der ehemals häufige Waldvogel hier sogar als Wappenvogel gilt. Auerhühner leben in offenen, strukturreichen Nadelmischwäldern mit einer reichen Bodenvegetation aus vorwiegend Heidelbeere. In den vergangenen Jahrzehnten hat die Population vom Auerwild im Schwarzwald aber stetig abgenommen. Nun wurde an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) ein Verfahren entwickelt, um die für das Auerhuhn wichtigen Strukturen aus Luftbildern systematisch erfassen zu können: Das Auerhuhn-Tool 1.0.

Joy Coppes, Rudi Suchant, Selina Ganz,  
Miguel Kohling, Petra Adler

**D**urch die hohen Ansprüche an ihren Lebensraum wird das Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) als Schirmart für einen artenreichen Nadelmischwald angesehen [1, 2]. In den vergangenen Jahrzehnten hat die Population vom Auerwild im Schwarzwald aber stetig abgenommen [3]. Während in den 1980er-Jahren jedes Jahr noch 450 Auerhähne an den Balzplätzen gezählt wurden, waren es in den letzten Jahren weniger als 200 Hähne [3]. Auch das Verbreitungsgebiet hat stark abgenommen: von 60.000 ha im Jahr 1993 auf 45.000 ha im Jahr 2013. Dieser Rückgang hat mehrere Ursachen [3]. Die Hauptursache dieser Entwicklung liegt vermutlich in der Veränderung des Lebensraumes: Das Praktizieren der Dauerwaldwirtschaft und das Entstehen stabiler Waldbestände und vorratsreicher Wälder führten zu re-



Foto: J. Coppes

Das Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) hat im Schwarzwald lange Zeit von der menschlichen Waldbewirtschaftung profitiert, sodass der ehemals häufige Waldvogel sogar als Wappenvogel des Schwarzwaldes gilt.

## Schneller Überblick

- Auswertungen von Luftbildern ermöglichen eine großflächige Analyse von biodiversitätsrelevanten Waldstrukturen für das Auerwild
- Mithilfe eines entwickelten Tools können aus den Luftbildern die für das Auerwild relevanten Strukturen erfasst werden
- Im Schwarzwald werden auf Grundlage der Tooldaten Freiflächen geschaffen, um die Zielvorgaben des „Aktionsplans Auerhuhn“ zu erreichen

lativ „dunklen“, weniger lichtdurchlässigen Waldstrukturen. Weitere Faktoren, die zur Abnahme des Auerwilds beigetragen haben, sind der Klimawandel [4], die Zunahme der Fuchspopulation [5] und verstärkte Freizeitaktivitäten in den entsprechenden Lebensräumen [6].

## Aktionsplan Auerhuhn

Um das Vorkommen des Auerhuhns im Schwarzwald zu erhalten, gibt es seit 2008 den Aktionsplan Auerhuhn [7]. Dieser Managementplan wurde vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbrau-

cherschutz für den Staatswald ratifiziert und beinhaltet eine schwarzwaldweite Flächenkulisse mit der Vorgabe zur Umsetzung konkreter Maßnahmen. Er beinhaltet für alle relevanten Handlungsfelder detaillierte Zielvorgaben. Eines der wichtigsten Handlungsfelder ist die „Habitatgestaltung“, die konkrete Maßnahmen und Ziele für die Waldbewirtschaftung vorgibt, um die für das Auerhuhn wichtigen Waldstrukturen zu erhalten oder zu entwickeln: Stark aufgelichtete Waldbestände (Kronenschlussgrad zwischen 50 % und 70 %) sollen auf mindestens



J. Coppes

Durch die hohen Ansprüche an ihren Lebensraum wird das Auerhuhn als Schirmart für einen artenreichen Nadelmischwald angesehen.

Struktur	Überschirmung	Fläche [ha]	Oberhöhe [m]	Mindestbreite [m]	Zielgrößen Aktionsplan Auerhuhn
Lücke	< 20 %	0,1 – 0,5	< 10	10	10 %
Freifläche		> 0,5	10 – 20	20	
			> 20	30	
Lichte Struktur	20 – 70 %	> 1	–	50	20 %
Loch	< 20 %	> 0,01		–	

Tab. 1: Begriffsdefinitionen zur Entwicklung des Auerhuhn-Tools. Die Vegetations-Höhen-grenze liegt für alle Strukturen bei zwei Meter.

20 % und Freiflächen (0,1 bis 1 ha auf mindestens 10 % der prioritären Auerhuhn-relevanten Flächen vorhanden sein.

### Umsetzung des Aktionsplans

Obwohl kleinräumige Habitataufnahmen einen Einblick in die Waldstruktur des Auerhuhn-Lebensraumes geben, war es bislang nicht möglich zu erfassen, wo und in welchem Umfang diese Strukturen im Schwarzwald vorhanden sind. Mittels Fernerkundung konnte nun erstmals für den gesamten Schwarzwald ein Überblick über diese Waldstrukturen geschaffen werden. Um sinnvolle ökologische Parameter erfassen zu können und daraus konkrete Maßnahmen für die Revierleitenden abzuleiten, wurde eine Arbeitsgruppe für die technische Umsetzung gegründet. Diese setzte sich aus Vertretern der ForstBW-Fachbereiche Forsteinrichtung, Wildtier-

management und Waldbau sowie den Waldbautrainerinnen und Waldbautrainern, der Auerwild-Hegegemeinschaft des Regierungsbezirks Freiburg sowie aus Vertretern der FVA, Abt. Biometrie und Informatik (Fernerkundung), Waldnaturschutz (Waldschutzgebiete) und Wald und Gesellschaft (Wildtierökologie) zusammen.

### Was sind „Auerhuhn-relevante“ Waldstrukturen?

In Annäherung an die Vorgaben des Aktionsplan Auerhuhn wurden von der Arbeitsgruppe die vier Strukturelemente „Lücke“, „Freifläche“, „Lichte Struktur“ und „Loch“ definiert. Die Herleitung dieser Strukturen ist in Tab. 1 gezeigt. Ist bekannt, wieviele dieser Strukturen aktuell vorhanden sind (= Ist-Zustand), können Umsetzungsmöglichkeiten erarbeitet und bewertet werden, um den definierten Soll-

### Funktionsweise des Auerhuhn-Tools 1.0

Als erster und unverzichtbarer Schritt wird das nDOM in die Klassen „Boden mit niedriger Vegetation (< 2 m)“ und „Bestand mit höherer Vegetation (> 2 m)“ eingeteilt. Benachbarte „Boden-Pixel“ werden als gemeinsame Struktur betrachtet. Innerhalb dieser Struktur werden einzelne „Vegetations-Pixel“ bis zu einem Prozentanteil von 20 % toleriert. Es entstehen Formationen, welche potenzielle Lücken/Freiflächen oder Löcher abbilden. Anschließend wird für jede Struktur die Oberhöhe der benachbarten Bestände berechnet und somit auf die geforderte Mindestbreite geschlossen. Direkt nebeneinander liegende Strukturen, die die geforderte Mindestbreite aufweisen, werden zu einer gemeinsamen Struktur zusammengefasst. Nach der Überprüfung der Mindestbreite bleiben nur Strukturen übrig, welche die Mindestbreite erfüllen und bei ausreichender Flächengröße zu Freifläche oder Lücke klassifiziert werden können. Strukturen, welche die Mindestbreite oder Mindestgröße nicht erfüllen, gehen nicht verloren, sondern werden der Kategorie „Loch“ zugeteilt, sofern sie größer als 0,01 ha sind. „Lichte Strukturen“ werden den Bereichen zugeordnet, welche die geforderte Überschirmung von 20 bis 70 % und die Mindestgröße von 1 ha erfüllen. Um schlauchförmige Strukturen an Waldwegen auszuschließen, müssen auch lichte Strukturen eine Mindestbreite erfüllen.

Zustand zu erreichen. Aus diesem Soll-Ist-Vergleich lassen sich konkrete Vorgaben für die Umsetzung auf jeder Teilfläche ableiten.

Lücken, Freiflächen und Löcher sollen frei von höherem Baumbewuchs bzw. höherer Vegetation sein und damit ermöglichen, dass das Sonnenlicht bis auf den Waldboden gelangt. Damit wird die Entwicklung lichtliebender Pflanzenarten und einer vielfältigen Insektenfauna ermöglicht. Als Grenze für die höhere Vegetation wurden für die Analyse 2 m definiert. Somit kann jeder Quadratmeter Waldfläche in die Kategorien Kronendach (> 2 m) und Waldboden mit niedriger Vegetation (< 2 m) eingeordnet werden. Die Überschirmung durch einzeln stehende Bäume darf bei Lücken, Freiflächen und Löchern 20 % nicht überschreiten. Dies bedeutet, dass vereinzelt Bäume bzw. Büsche bis zu einer



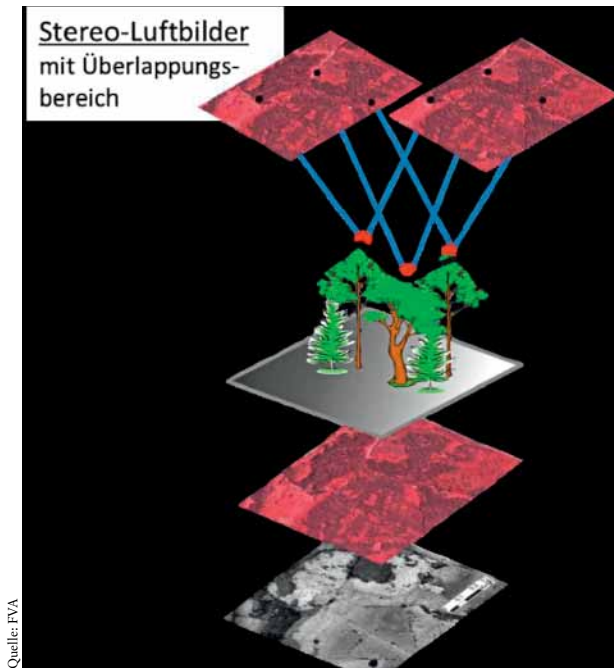


Abb. 1: Von den Stereo-Luftbildern zum normalisierten Oberflächenmodell. Durch überlappende Luftbilder können 3D-Punktwolken erzeugt werden. Aus diesen wird ein digitales Oberflächenmodell (DOM) berechnet. Subtrahiert man die Geländehöhe (DGM) vom Oberflächenmodell, erhält man das sogenannte normalisierte Oberflächenmodell (nDOM). Ein Orthophoto ist ein durch das Oberflächenmodell entzerrtes Luftbild.

Überschirmung < 20 % auf der jeweiligen Fläche toleriert werden. Ein weiterer Analyseparameter ist die Flächengröße, die es ermöglicht, die Strukturen voneinander zu unterscheiden. Während ein Loch zwischen 0,01 ha und 0,1 ha groß sein muss, beträgt die Fläche einer Lücke 0,1 bis 0,5 ha. Für Freiflächen gilt eine Mindestgröße von 0,5 ha. Zusätzlich ist wichtig, dass die Flächen nicht nur eine Mindestgröße, sondern auch eine Mindestbreite aufweisen müssen. Nur wenn eine Struktur breit genug ist, kann genug Licht auf die Fläche treffen. Dies ist eine Voraussetzung für eine gut entwickelte Bodenvegetation, führt zu einem entsprechenden Mikroklima und einer größeren Anzahl an Insekten auf der Fläche, die u. a. für Auerhuhnküken wichtig sind. Die Mindestbreite ist dabei abhängig von der Oberhöhe des angrenzenden Bestandes. Je höher der Bestand, desto breiter muss die Struktur mindestens sein. Dies garantiert, dass auch bei hohen Beständen ausreichend Licht auf den Boden trifft. Neben diesen von Baumbewuchs freien Flächen sind im Auerhuhn-Lebensraum noch weitere Auflichtungsstrukturen notwendig, um die Entwicklung einer vielfältigen Boden-

vegetation zu ermöglichen. Die sogenannten „lichten Strukturen“ mit einer Überschirmung von 20 % bis 70 % und einer Mindestgröße von 1 ha entsprechen stark aufgelichteten, größeren Waldbeständen.

### Das Auerhuhn-Tool 1.0

An der FVA wurde ein Verfahren entwickelt, um die für das Auerhuhn wichtigen Strukturen aus Luftbildern systematisch erfassen zu können. Das hierfür entwickelte Programm nennt sich „Auerhuhn-Tool“. Grundlage des Auerhuhn-Tools sind die vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg für die gesamte Landesfläche im dreijährigen Turnus aufgenommenen digitalen Stereoluftbilder (aus den Jahren 2015 und 2016). Aus

den überlappend vorliegenden Luftbildern können 3D-Punktwolken und daraus wiederum „Oberflächenmodelle“ abgeleitet werden. Als Oberflächenmodell wird die Oberflächenstruktur der abgebildeten Landschaft bezeichnet. Wird nun die Geländehöhe vom Oberflächenmodell abgezogen, erhält man ein Modell für Vegetationshöhen, das sogenannte „normalisierte digitale Oberflächenmodell“ (nDOM). Aus dem nDOM kann die Höhenstruktur von Waldflächen abgeleitet werden (Abb. 1, s. nebenstehenden Kasten).

Während der Entwicklung des Auerhuhn-Tools wurden verschiedene Testflächen begangen, um die detektierten Strukturen mit der Realität abzugleichen. Des Weiteren wurden Revierleitende eingeladen, die abgeleiteten Strukturen mit ihrer Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten zu vergleichen, zu bewerten und zu diskutieren. Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt eines Testgebiets mit zugehörigen Fotos. Die vor Ort als Lücke bzw. Freifläche erkannten Strukturen wurden durch das Auerhuhn-Tool als solche identifiziert.

Nach Diskussionen innerhalb der Arbeitsgruppe und mit den Revierleitenden

wurde das Auerhuhn-Tool 1.0. im Jahr 2017 fertig gestellt. Die Ergebnisse der Auswertungen machen deutlich, welche Waldstrukturen es im Schwarzwald gibt, wo sich diese befinden und in welchem Umfang sie vorhanden sind. Das Auerhuhn-Tool zeigt auf, wo es zu wenige dieser Waldstrukturen gibt oder wo sie fehlen. Mit der Entwicklung des Auerhuhn-Tools ist es zum ersten Mal gelungen, einen Überblick über die Waldstrukturen des gesamten Schwarzwaldes zu erhalten.

### Umsetzung in der Praxis

Um die Auerhuhnl Lebensräume im Schwarzwald möglichst zügig zu verbessern, wurde von ForstBW beschlossen, dass in den nächsten zwei Jahren in allen Auerhuhn-Reproduktionsgebieten im Staatswald (Bereiche rund um Balzplätze oder Nachweise von Hennen mit Küken, insgesamt ca. 14.000 ha), 10 % bzw. 1.400 ha, Lücken bzw. Freiflächen vorhanden sein müssen. Die Auswertungen durch das Auerhuhn-Tool zeigten, dass aktuell auf nur 918 ha der Fläche ausreichend große Lücken/Freiflächen vorhanden sind. Somit fehlen im Staatswald Freiflächen für das Auerhuhn. In den nächsten zwei Jahren sollen folglich im Staatswald über den gesamten Schwarzwald in den Reproduktionsbereichen insgesamt auf 445 ha Lücken bzw. Freiflächen geschaffen werden, um dieses Defizit zu minimieren. Bezogen auf die gesamte Auerhuhn-relevante Fläche des Aktionsplans Auerhuhns (Priorität 1 und 2 des Aktionsplans: ca. 27.000 ha Staatswald) ist das Defizit größer: nur ca. die Hälfte der Zielvorgaben zu Freiflächen und Lücken wurden bisher erreicht.

Die durch das Auerhuhn-Tool erfassten Strukturen wurden für die betroffenen Reviere auf Karten dargestellt. Sie stellen den aktuellen Stand der Waldstruktur zum Zeitpunkt der Befliegung im Jahr 2015 bzw. 2016 dar und können für die Planung der Auerhuhn-Habitatgestaltung genutzt werden.

Um die Revierleitenden zu unterstützen, gibt es eine Planungshilfe, welche allerdings keine feste Vorgabe ist. Revierleitende können hiervon abweichen, wenn dadurch bessere und langfristige Strukturen für das Auerhuhn geschaffen werden. Zur Unterstützung der Umsetzung dieser Maßnahmen wurden mehrere Tref-

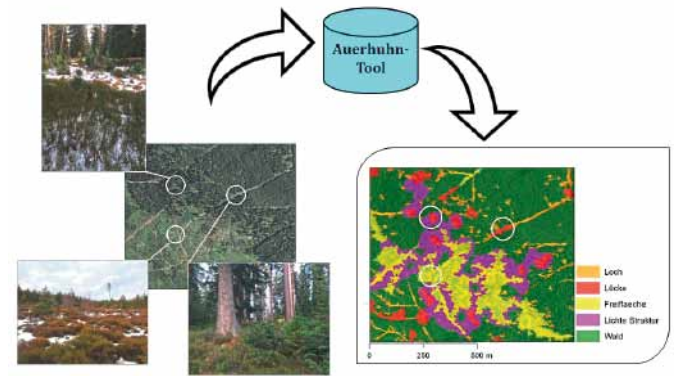
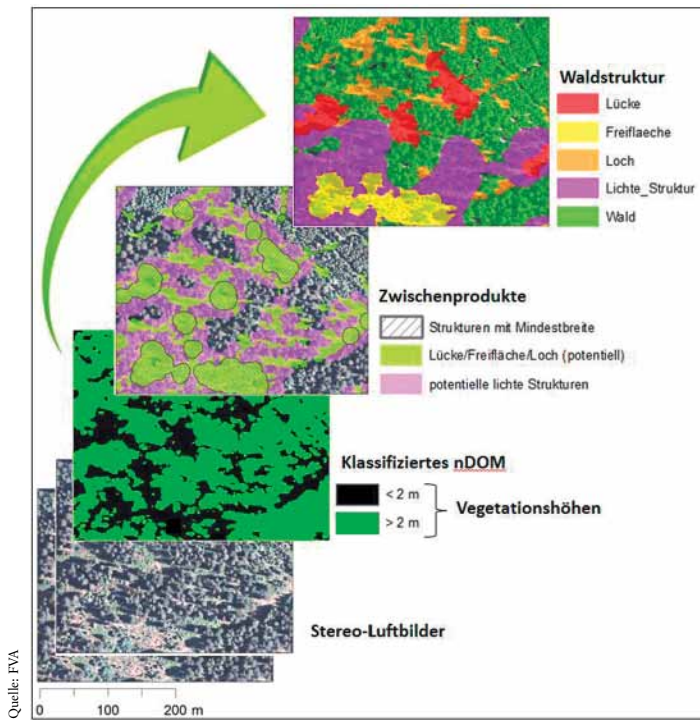


Abb. 3: Das Ergebnis des Auerhuhn-Tools wird vor Ort überprüft.

Abb. 2: Das Auerhuhn-Tool identifiziert lichte Waldstrukturen und klassifiziert diese in die vier Kategorien „Loch“, „Lücke“, „Freifläche“ und „Lichte Struktur“. Als Eingangsdaten werden normalisierte Digitale Oberflächenmodelle (nDOMs) verwendet.

fen und Exkursionen veranstaltet. Hierbeginnt es z. B. darum, wie sich eine Freifläche durch Entfernen der vorhandenen Verjüngung optimieren lässt. Auch das Räumen von Reisig und Kronenmaterial, oder zumindest das Sammeln auf Haufen erhöht die Wirkung einer Freifläche. Gleichwohl sind größere Freiflächen (0,3 bis 0,5 ha) grundsätzlich zu bevorzugen.

Zu berücksichtigen ist, dass sich Waldstrukturen in relativ kurzer Zeit ändern können und mit diesem Tool auch ein Monitoring der Lebensraumveränderungen möglich ist. Allein das Höhen-

wachstum der Vegetation führt zu einer veränderten Zuordnung zu den einzelnen Strukturen bzw. dem Wegfall einer Freifläche. Auch Löcher nach Durchforstungen wachsen sehr schnell zu. Der erste Schritt dieses Lebensraum-Monitorings soll mit den Luftbildern aus den Jahren 2018 und 2019 stattfinden, um damit auch eine Evaluierung der durchgeführten Maßnahmen vornehmen zu können.

## Fazit

Durch die Auswertungen des Auerhuhn-Tools lässt sich die naturraumbezogene Planung sowie die Durchführung und Kontrolle von großflächigen Maßnahmen für das Auerhuhn erst ermöglichen. Diese Art der Luftbildauswertung wird in den nächsten Jahren auch für weitere Arten in Baden-Württemberg weiterentwickelt. Fernerkundung wird als Methode zuneh-

mend wichtig, um Waldstruktur großräumig abbilden zu können und dadurch Naturschutzmaßnahmen besser in die Waldwirtschaft integrieren zu können. Die Luftbildauswertungen können somit einen Beitrag zum Schutz des Auerhuhns und anderer bedrohter Arten leisten.

## Literaturhinweise:

[1] SUTER, W.; GRAF, RF.; HESS, R. (2002): Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and avian biodiversity: testing the umbrella-species concept. *Conservation Biology*.16(3):778-88. Pubmed Central PMCID: R. Arlettaz, N. Signorell. [2] PAKKALA, T.; PELLIKKA, J.; LINDÉN, H.; (2003): Capercaillie *Tetrao urogallus* – a good candidate for an umbrella species in taiga forests. *Wildlife Biology*.9:309-16. Pubmed Central PMCID: L. Hofstetter. [3] COPPES, J.; EHRLACHER, J.; MÜLLER, G.; ROTH K.; SCHROTH, K-E.; BRAUNISCH, V. et al. (2016): Decline in capercaillie *Tetrao urogallus* numbers and distribution area in the Black Forest. *Der Ornithologische Beobachter*.113:235-48. [4] BRAUNISCH, V.; COPPES, J.; SCHMID, H.; SUCHANT, R.; ARLETTAZ, R.; BOLLMANN, K. (2013): Selecting from correlated climate variables: a major source of uncertainty for predicting species distributions under climate change. *Ecography*.36:1-13. [5] KÄMMERLE, J-L.; COPPES, J.; CIUTI, S.; SUCHANT, R.; STORCH, I. (2017): Range loss of a threatened grouse species is related to the relative abundance of a mesopredator. *Ecosphere* 8(9):e01934. 10.1002/ecs2.1934. [6] COPPES, J.; EHRLACHER, J.; THIEL, D.; SUCHANT, R.; BRAUNISCH, V. (2017): Outdoor recreation causes effective habitat reduction in capercaillie *Tetrao urogallus*: a major threat for geographically restricted populations. *Journal Avian Biology*.48:1583-94. [7] SUCHANT, R.; BRAUNISCH, V.: Rahmenbedingungen und Handlungsfelder für den Aktionsplan Auerhuhn: Grundlagen für ein integratives Konzept zum Erhalt einer überlebensfähigen Auerhuhnpopulation im Schwarzwald. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 2008.

### Joy Coppes

Joy.Coppes@Forst.bwl.de,  
koordiniert als wissenschaftl.

Mitarbeiter das Forschungsprojekt  
Auerhuhn und Windenergie an  
der Forstlichen Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-Württemberg  
(FVA). Dr. Rudi Suchant  
ist einer der Initiatoren des

Aktionsplans Auerhuhn und leitet  
den Arbeitsbereich Wildtierökologie in der Abt. Wald  
und Gesellschaft an der FVA. Selina Ganz  
entwickelte als wissenschaftl. Mitarbeiterin an der FVA  
im Arbeitsbereich Fernerkundung das „Auerhuhn-Tool“. Miguel Kohling  
ist Mitarbeiter in der Abt. Biometrie und Informatik der FVA.  
Petra Adler koordiniert als wissenschaftliche Mitarbeiterin  
der FVA die laufenden Projekte im Arbeitsbereich Fernerkundung  
in der Abt. Biometrie und Informatik.

