

# Wildtier-Monitoring mit UAVs

## Automatisierte Detektion von Infrarot-Signaturen

Im Frühjahr 2018 wurden 27 Befliegungen mit unbemannten Fluggeräten (UAVs) über Wildgehegen in der Nordwestschweiz und dem südlichen Schwarzwald durchgeführt. Dabei wird die Eignung von verschiedenen Infrarot-Sensoren an Multikoptern und Fixed-Wing-UAVs zur Wildtiererfassung untersucht. Die Technologie hat grosses Potential für Populationserfassung, Rehkitzrettung und Wildschadensprävention. Auf den ca. 42'000 erfassten Luftbildern wurden moderne Algorithmen des Machine Learnings trainiert, mit dem Ziel, die Signaturen der Tiere automatisiert unter Feldbedingungen auf Live-Videofeeds detektieren und klassifizieren zu können.

### Projektrahmen

In Kooperation mit der Stiftung Wildtiere des Aargauischen Jagdverbandes (AJV) wird das langfristige Ziel der Schaffung einer Dienstleistungsstelle verfolgt, die das Knowhow zum Einsatz unbemannter Fluggeräte bündelt und Anwendungen in Wildtier-, Forst- und Landwirtschaft ermöglicht. Zentral ist dabei die Frage, inwieweit die vorgeschlagenen Fernerkundungsmethoden umsetzbar sind und hinreichend Vorteile gegenüber dem konventionellen Monitoring bieten.

### Wieso aus der Luft?

Die klassischen Methoden des Wildtier-Monitorings umfassten früher vor allem Spuren- und Fährtensuche, direkte Populationszählungen auf Sicht, Jagdstatistiken, sowie Flächen-nutzungskartierungen. Neuere Methoden sind Kamerafallen-Analysen, Populationszählungen mit Nachtsichtgeräten und Wärmebildkameras, sowie das Ausstatten von Tieren mit satellitengestützten Sendern.

Die luftgestützte Auswertung bietet bestimmte Vorteile bei der Suche nach Wild:

- Einsparung zeitlicher oder personeller Ressourcen durch eine vollständigere Erfassung wesentlich grösserer Gebiete
- Reduktion von Tier-Stress: Es müssen keine Menschen vor Ort das Habitat durchsuchen
- Zusätzliche Informationen dank spezialisierter Sensorkameras, weit über das Spektrum des sichtbaren Lichts hinaus (Nah- und Thermal-IR) (Gonzalez et al., 2016).

### UAV und Sensoren

Der Multikopter «senseFly Albris» als auch das Fixed-Wing-UAV «senseFly eBee» wurden auf ihre Eignung zur Wildtierdetektion getestet. Beide verfügen über die Möglichkeit, hochauflösende RGB- und niedriger aufgelöste Thermalbilder zu generieren (Abb. 1). Die besonders für Vegetationskartierungen einsetzbare Nahinfrarot- und Multispektralsensorik ist nur mit der eBee-Plattform nutzbar.

Im Verlauf der Studie erwiesen sich die Thermal-daten der eBee als die wirkungsvollste Technologie-Kombination. Einerseits sind die Tiersignaturen durch die Vegetation hindurch sichtbar (Abb. 2) und andererseits können grosse Gebiete unkompliziert erfasst werden (max. 22 Hektar bei 15x15 cm / Thermal-Pixel).

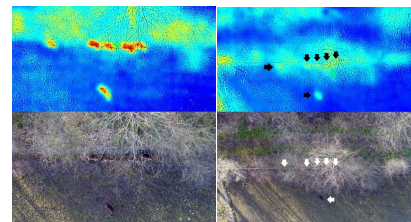
Mit dem Multikopter kann zwar wesentlich tiefer geflogen werden, allerdings blieb die Auflösung der Thermalkamera hinter den Erwartungen zurück und die Tiere zeigten Stresssymptome.

Weiterhin zeigten Feldspektrometer-Messungen von Wildtieren im sichtbaren Licht und Nahen Infrarot (350-1000 nm), dass Nahinfrarot- und Multispektral-Sensoren für die direkte Tiererkennung unter Feldbedingungen ungeeignet sind. Das hyperspektrale Profil von Waldböden und Wildtieren ähnelt sich in diesem Wellenlängenbereich zu stark.

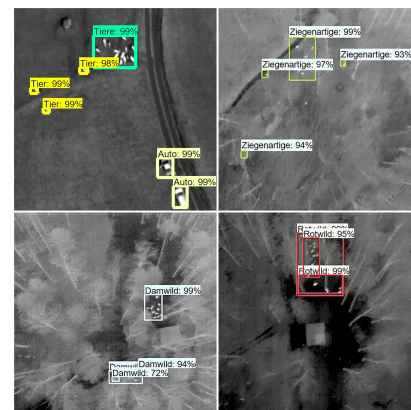
**Autor:** Adrian Ferdinand Meyer  
**Examinatorin:** Natalie Lack  
**Experte:** Fabian Huber



**Abb. 1:** Oben: Eingesetzte senseFly-Fluggeräte - links „eBee“, rechts „Albris“. Mitte (v.l.n.r.): eBee-Infrarot-sensoren – Canon S110 NIR, Airinov MultiSpec4C, senseFly Thermomap. Unten: Typische Flugbahn mit der eBee (blau) über einem Tierpark (grün) mit den Auslösepositionen für Luftbilder (weiss). (Gillins et al., 2018; Google 2018; senseFly 2018)



**Abb. 2:** Beispiel für die thermale Abschattung von Tiersignaturen durch laubfreie Vegetation. Links wird das Damwild kaum von Geäst verdeckt, rechts dagegen durch Konvektionswärmeverteilung stärker abgeschirmt.



**Abb. 3:** Detektionsergebnis des neuronalen Netzwerks. Oben links werden nur Einzeltiere und Gruppen voneinander unterschieden (Detektierbarkeit: 94,8%), in den anderen Bildern werden zusätzlich Arten klassifiziert. Detektierbarkeiten pro Tier nach Arten: Rotwild 84,2%; Damwild 96,9%; Ziegenartige 93,8%; Menschen 72,5%.

Referenzen:  
Gillins, D., Parrish, C., Gillins, M., H. Simpson, C., 2018. Eyes in the Sky: Bridge Inspections with Unmanned Aerial Vehicles - Report SPR 787.  
Gonzalez, L.F., Montes, G.A., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K., Gaston, K.J., 2016. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Artificial Intelligence: Revolutionizing Wildlife Monitoring and Conservation. Sensors 16, 97.  
Google Inc, 2018. Google Earth Pro 7.3.1/2017-08-07 GeoBasis-DF/BKG.  
senseFly, 2018. eBee by senseFly - The Professional Mapping Drone URL <https://www.sensefly.com/drone/eebee-mapping-drone/> (accessed 6.5.18).  
Steen, K.A., Villa-Henriksen, A., Therikildsen, Ö.R., Green, O., 2012. Automatic Detection of Animals in Mowing Operations Using Thermal Cameras. Sensors 12, 7587–7597.

### Tierdetektion mit künstlicher Intelligenz

Um herauszufinden, inwieweit Signaturen von Tieren im laubfreien Wald erkennbar sein würden und um eine Übersicht für das Wildtier-Monitoring zu schaffen, wurden die Luftbilder der verschiedenen Sensoren per automatischem Bündelblockausgleich zu Orthophotomosaiken und 3D-Landschaftsmodellen zusammengesetzt. Es konnte gezeigt werden, dass diese zusammengesetzten Modelle keine genaue Tierdetektion ermöglichen, da sich die Tiere zwischen den Aufnahmen fortbewegen. Die automatisierten Algorithmen werteten diese nur auf wenigen Bildern identischen Tiersignaturen somit als Bildfehler und entfernten sie im Mosaik.

Die Automatisierung der Tierdetektion wurde deshalb mittels der thermalen Rohdaten unter Verwendung eines «Convolutional Neural Networks» erreicht. Dieser Algorithmus benötigt zunächst ein Training zur Extraktion dynamischer Bildmerkmale. Dafür wurde ein Testdatensatz von ca. 600 Thermalbildern mit ca. 4'400 Tier-Signaturen durch Zeichnen von ca. 1'800 «Bounding Boxes» manuell markiert. Das nach ca. 12 Stunden errechnete multidimensionale Wissensschema («Frozen Inference Graph») kann anschliessend exportiert und auf neue Bilder angewendet werden. Das Netzwerk ist mit ca. 6 bis 8 Bildanalysen pro Sekunde so leistungsfähig, dass es unter Feldbedingungen auf einem thermalen Live-Videofeed angewandt werden kann (Abb. 3). Wird das Netzwerk nur auf die Erkennung von Tieren trainiert, so beträgt die Detektierbarkeit 94,8% pro Tier und 83,5% pro Frame. Mit korrekter Art-Bestimmung werden 88,6% pro Tier und 67,5% pro Frame erreicht.

### Einsatzmöglichkeiten und Fazit

Dieser Ansatz bietet die Möglichkeit zur Effizienz- und Qualitätssteigerung von Populations-schätzungen. Der momentan relativ mühevollen, personalintensiven Prozess, bei welchem viele Kilometer Waldwege abgefahren werden, um nur einen kleinen Anteil der Tiere zu kartieren, könnte ergänzt oder für bestimmte Gebiete sogar abgelöst werden.

Ein weiterer wichtiger Anwendungsfall ist die Rehkitzrettung. In Mähwiesen versteckte Rehkitze fallen aufgrund ihres Drückreflexes häufig den Mähdreschern zum Opfer. Multikopter mit Wärmebildkameras werden hier bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingesetzt (Steen et al., 2012). Der ganze Prozess ist jedoch noch sehr manuell und das Training der Piloten aufwändig. Die vorgestellte Software-automatisierung kann die UAV-basierte Rehkitzrettung in Zukunft vereinfachen.

Eine weitere Anwendung ist die Wildschadens-prävention. Häufig stehen hierbei Wildschwein-rotten im Fokus, die sich – von aussen unsichtbar – einen Rückzugsort in Maisfeldern trampen. Die Verortung der Tiere ist mit dieser neuen Technologie noch vor der Entstehung eines grösseren Schadens möglich.