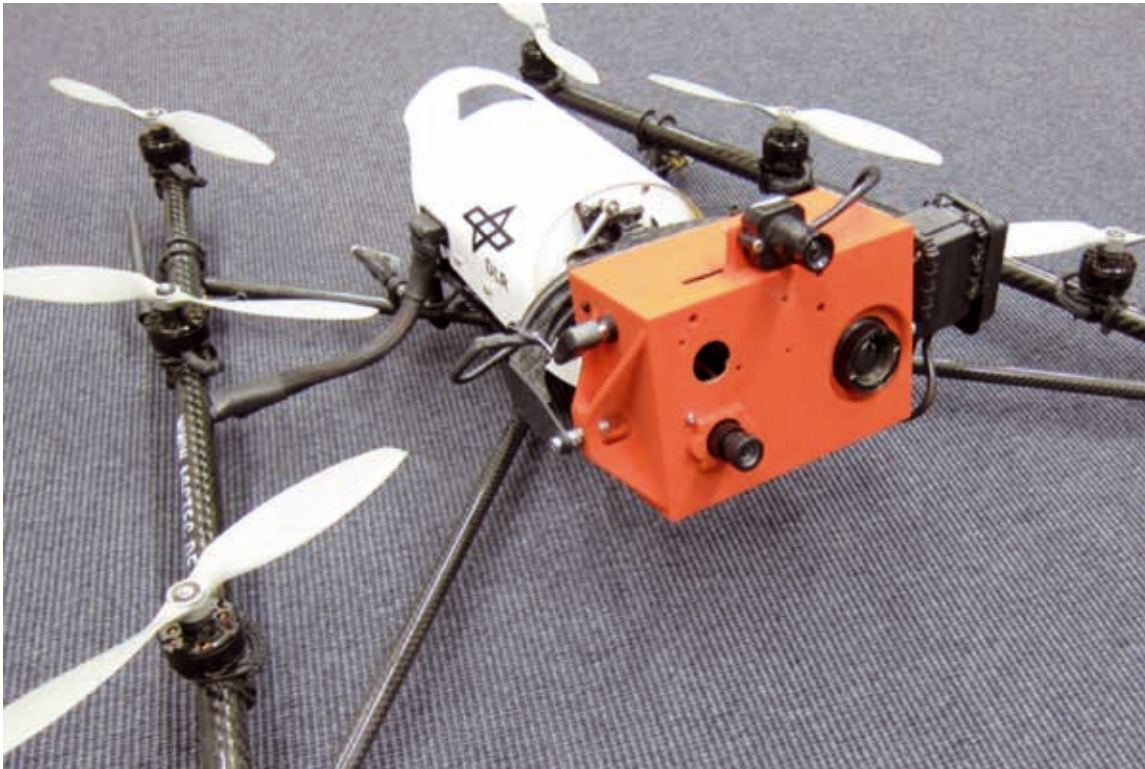


Der Fliegende Wildretter in Aktion: DLR und BJV nutzen ferngesteuerte Flug- plattform zur Rehkitzrettung

Tilman Wimmer, Martin Israel, Peter Haschberger
und Anita Weimann



Zusammenfassung

Der Fliegende Wildretter des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt ist als prototypische Kleinserie seit dem Jahr 2010 erfolgreich in Deutschland und Österreich im Einsatz, um aus der Luft Wildtiere während der Wiesenmahd aufzuspüren und diese so vor dem Tod durch das Mähwerk zu retten. Der Prototyp basiert auf einem ferngesteuerten Multikopter, der mit mehreren Kameras ausgestattet ist und damit im Flug zuverlässiger und wesentlich schneller Wildtiere erkennen kann, als dies mit bisher praktizierten Methoden möglich ist. Gemeinsam mit dem Bayerischen Jagdverband und weiteren ausgewählten Nutzern wurden in den Jahren 2011 und 2012 zahlreiche Feldeinsätze zur Rettung von Rehkitzen mit dem Prototyp des Fliegenden Wildretters

durchgeführt. Trotz der relativ kurz bemessenen Suchsaison (etwa von Mitte Mai bis maximal Mitte Juni) konnten dabei viele Kitze vor dem Mähod gerettet und wichtige Erfahrungen mit dem System im praktischen Einsatz gewonnen werden. Die technische Zuverlässigkeit des Geräts auch bei ungünstigen Umweltbedingungen, seine Benutzerfreundlichkeit und damit verbunden die Entlastung des Benutzers von automatisierbaren Aufgaben sind dabei wesentliche Faktoren für den Sucherfolg.

Der Beitrag stellt das System vor, beschreibt den Ablauf typischer Feldeinsätze mit dem Fliegenden Wildretter und fasst die wesentlichen Erkenntnisse zusammen. Im Ausblick werden die erkannten Probleme kurz diskutiert und mögliche Lösungen aufgezeigt.

1 Einleitung

Wildtiergefährdung während der Wiesenmahd

Unbeabsichtigte tödliche Verletzungen von Wildtieren durch Mähmaschinen stellen schon seit Jahrzehnten ein bis heute noch nicht befriedigend gelöstes Problem dar. So beziffert Kittler in einer Veröffentlichung aus dem Jahr 1979 die Verluste von Rehwild durch landwirtschaftliche Maschinen in der (damaligen) BRD auf mehr als 84.000 getötete Tiere im Jagdjahr 1976/77 (Kittler 1979).

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung moderner Mähmaschinen zur Futtermittelgewinnung und die damit verbundene Verbreiterung der Mähwerke bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit wird das Problem der landwirtschaftlich bedingten Wildtierverluste heute gegenüber früheren Jahren noch weiter verschärft.

Dieser Trend zur Optimierung der Futtermittelherstellung ist zwar im wirtschaftlichen Sinne positiv für Landwirte und Lohnunternehmer, lässt aber Rehkitzen und Wiesenbrütern immer weniger Zeit, ihr bevorzugtes Nahrungs- und Deckungshabitat während der Wiesenmahd ungestört zu nutzen. Besonders verhängnisvoll ist dies in den Monaten Mai und Juni, weil hier die Zeit der ersten Wiesenmahd des Jahres mit der Brut- und Setzzeit der meisten Bodenbrüter zusammenfällt (CIC 2011). Insbesondere für Rehkitze besteht in den ersten Tagen nach ihrer Geburt eine sehr hohe Gefahr, Opfer der Mähmaschine zu werden. Zwei natürliche Schutzmechanismen des Kitzes sind zwar wirksam gegen natürliche Feinde wie Fuchs oder Wolf, erweisen sich aber gegenüber der Bedrohung durch Maschinen als wenig hilfreich, bzw. als kontraproduktiv:

- 1) Der Drückinstinkt verhindert während der ersten Lebenstage die Flucht des Kitzes auch und gerade bei einer unmittelbaren Bedrohung. Das Kitz sucht Deckung im hohen Gras und verharrt dort regungslos, um der Aufmerksamkeit des vermeintlichen Jägers zu entgehen.
- 2) Die fehlende Witterung des Jungtiers in den ersten Lebenstagen macht die Suche mit Hunden wenig effektiv.

Dadurch werden die bislang in der Landwirtschaft praktizierten Ansätze zur Vermeidung von Unfällen mit Rehkitzen sehr erschwert: Das Ver-

treiben der Jungtiere beispielsweise durch Lärm oder Verstärkern funktioniert wegen des Drückinstinktes nicht. Das Suchen der Tiere vor der Mahd ist hingegen nur dann wirkungsvoll, wenn Grasflächen wirklich flächendeckend abgesucht werden, was durch den enormen Personal- und Zeitaufwand aber nur für kleinere Flächen und nur bei ausreichend langer Vorwarnzeit möglich ist. Einer Suchleistung ohne technische Hilfsmittel von nur etwa 0,35 Hektar pro Stunde steht heute eine Mähleistung von mehr als 10 Hektar pro Stunde gegenüber. Eine deutliche Verbesserung im Sinne einer effektiveren und gleichzeitig zuverlässigeren Suche stellt der „Tragbare Infrarotwildretter“ der Firma I.S.A. Industrieelektronik dar, der beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelt wurde und seit 1999 als tragbares System¹ kommerziell verfügbar ist. Das Gerät wird von einer Person vor der Mahd über die Wiese bewegt und erkennt mit Hilfe von Infrarotsensoren Wärmeunterschiede im Gras. Es arbeitet unter geeigneten Randbedingungen (kein Sonnenschein) sehr zuverlässig und anwenderfreundlich.

Im Rahmen eines BMBF-Verbundprojekts wurde in den letzten Jahren umfassend der Einsatz weiterer Sensoren und Plattformen zur Erkennung des Wildes erprobt (BMBF). Insbesondere wurde versucht, ein Gerät für die direkte Montage an der Mähmaschine zu entwickeln. Bei so einem Gerät wird der Suchvorgang mit dem Mähvorgang gekoppelt. Eine zentrale Erkenntnis der Untersuchungen war, dass einer der Vorteile einer fliegenden Plattform eben in der zeitlichen Entkopplung des Suchvorgangs vom Mähvorgang liegt. Damit wird für die Suche Zeit gewonnen. Sensorsystem und die Suchstrategie können aufgabenspezifisch optimiert werden, wodurch die Erkennungsrate steigt. Ein anschließendes Wiederfinden der Kitz während der Mahd erfordert allerdings ein geeignetes Markierungsverfahren (z.B. mittels RFID-Tags) für die Tiere. Zudem besteht durch die zeitliche Trennung das Risiko, zwischenzeitlich geborene Tiere nicht erfassen zu können. Basierend auf diesen Ergebnissen wird im laufenden Projekt „System und Verfahren zur Rehkitzrettung während der Grünlandmahd“ mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ein einsatztaugliches System für die Kitzrettung entwickelt.

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben das System des Fliegenden Wildretters (Israel 2011) und die Erfahrungen, die in praktischen Tests gewonnen

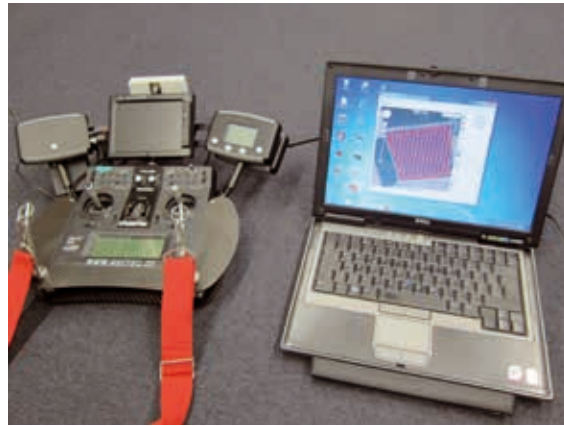
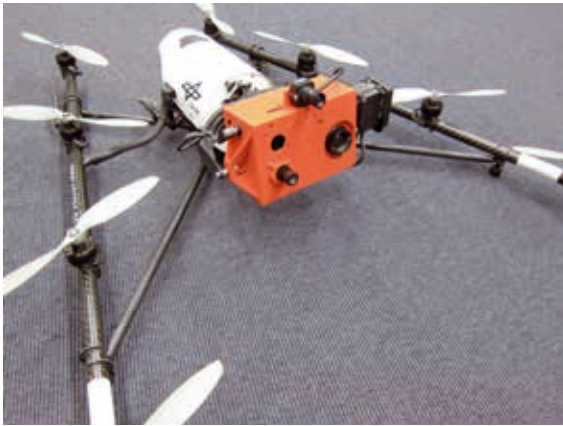


Abb. 1a: Asctec Flugplattform mit DLR-Nutzlast (links)

Abb. 1b: Komponenten der Bodenstation

wurden. In der Kette des Wildrettungsprozesses „Suchen – Markieren – Wiederfinden der Kitz“ deckt das vorgestellte System die erste Phase ab.

2 Material und Methoden

2.1 Prototyp des Fliegenden Wildretters

Der Prototyp des Fliegenden Wildretters besteht aus einer kommerziellen Flugplattform vom Hersteller „Ascending Technologies GmbH“², die als Trägersystem für die vom DLR entwickelte Wildretter-Nutzlast dient. Die aus Fernsteuerung und Laptop bestehende mobile Bodenstation dient der automatisierten Steuerung der Flugmission und der manuellen Steuerung während des Starts und der Landung:

Bei der Flugplattform in Abbildung 1 handelt es sich um einen sogenannten „Oktokopter“ vom Typ „Falcon 8“, der durch seine 8 Antriebe sehr eigenstabil und wendig bis zu einer Flugdauer von 15 Minuten fliegen kann.

Die Wildretter-Nutzlast verfügt über mehrere Kameras für unterschiedliche Wellenlängenbereiche: Die wichtigste Rolle spielt dabei eine miniaturisierte Wärmebildkamera, die im langwelligen Infrarotbereich zwischen 8 μm und 15 μm empfindlich ist und auf diese Weise Temperaturunterschiede sichtbar machen kann. Je kälter die Außentemperatur, umso deutlicher hebt sich die Körperwärme im Gras versteckter Tiere gegenüber ihrer Umgebung ab. Außerdem verfügt die DLR-Nutzlast noch über eine weitere Kamera, die im sichtbaren Spektralbereich arbeitet und zusätzliche Sicherheit bei der Identifikation von Wildtieren bringt. Das ist besonders hilfreich bei wärmeren Außentemperaturen, die eine eindeutige Erkennung alleine aufgrund des IR-Bilds erschweren.

Auf dem Laptop der mobilen Bodenstation wird die Planung des Flugwegs über eine kartenbasierte grafische Benutzeroberfläche durchgeführt: Der sogenannte „Waypoint Editor“ ist eine HTML / Javascript Webapplikation, die die Google Maps Javascript API v3 nutzt. Wichtigste Komponente ist hierbei das Google Maps Hauptfenster, welches ein Satellitenbild der gewünschten Wiese und der umliegenden Felder zeigt. Sobald der Nutzer seine eigene Position durch eine grüne Fahne gekennzeichnet hat, kann er die Ecken der gewünschten Fläche mit roten Fähnchen abstecken. Ist das Polygon geschlossen, wird automatisch ein günstiger Flugpfad berechnet.

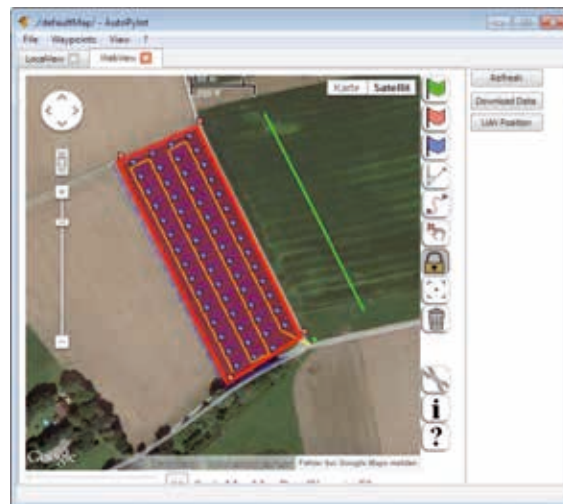


Abb. 2: Autopilot Software

2.2 Methodik der Kitzsuche mit dem Fliegenden Wildretter

Eine Kitz-Suchkampagne mit dem Fliegenden Wildretter lässt sich in 4 wesentliche Schritte unterteilen:

1. Flugvorbereitung

Zunächst werden die für die Planung des Flugwegs erforderlichen Kartendaten mittels einer mobilen

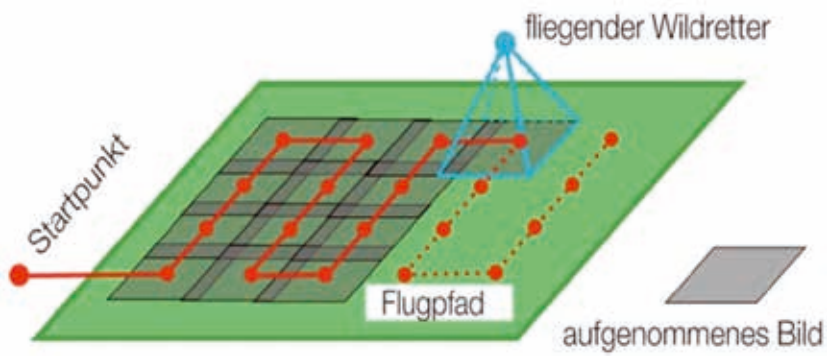


Abb. 3: Flugführung des fliegenden Wildretters Internetverbindung direkt am Einsatzort auf den Laptop der Bodenstation heruntergeladen. Damit erfolgt dann die Planung des Flugwegs: Das Suchgebiet wird durch den Benutzer definiert, so wie beispielhaft in Abbildung 2 auf gezeigt.

2. Flugdurchführung

Der Fliegende Wildretter wird zunächst manuell gestartet und führt anschließend seinen Flug nach Erreichen der vom Piloten vorgegebenden Arbeitshöhe automatisch entlang des vorab geplanten Wegs durch.

Abbildung 3 zeigt schematisch die Flugführung des fliegenden Wildretters, bei der die abzusuchende Fläche von der Autopilot Software automatisch in mehrere Flugstreifen aufgeteilt wird, wobei durch eine leichte Überschneidung der Flugstreifen eine vollständige Abdeckung der Suchfläche gewährleistet wird. Das Infrarot-Kamerabild wird während des Flugs in Echtzeit an die Bodenstation übertragen, wo es auf das Vorhandensein von Kitzlagerstellen hin untersucht wird.

Abb. 4a: Suchteam auf dem Weg zur Kitzlagerstelle

Abb. 4b: Mittels GPS gefundenes Rehkitz (rechts)



3. Kitzsuche mit GPS Handgerät

Die potentielle Lagerstelle eines Rehkitzes wird nach manueller Markierung in der ebenfalls vom DLR entwickelten „AutoPylot“-Software georeferenziert und die Koordinaten anschließend auf ein GPS Handgerät übertragen, mit dessen Hilfe ein Suchteam mit hoher Genauigkeit (Abweichung im Bereich weniger Meter) zu der Kitz-Lagerstelle geleitet wird.

4. Ingewahrsamnahme des Kitzes

Es gibt mindestens zwei Möglichkeiten, wie nach erfolgreicher Suche mit dem Jungtier verfahren werden kann. Die gebräuchlichste und wahrscheinlich sicherste Methode besteht in der Ingewahrsamnahme des Tieres für die Dauer der Gefährdung. Das Kitz wird unmittelbar nachdem es vom Suchteam aufgespürt wurde von seiner Lagerstelle weg an einen sicheren Ort gebracht, wo es für die Dauer der Mahd verwahrt wird. Dies kann z. B. in einer Holzkiste am Rande der Wiese erfolgen, wie in Abbildung 5a.

Für den Zeitraum der Wiesenmahd verbleibt das Kitz dort. Unmittelbar nachdem keine Gefahr mehr durch das Mähfahrzeug besteht wird es wieder auf der frisch gemähten Fläche ausgesetzt (Abb. 5b).

Eine zweite Methode besteht in der Markierung der Fundstelle mit einer Fahne. Diese Methode ist zwar für das Rehkitz gegenüber der Ingewahrsamnahme stressfreier, aber gleichzeitig auch weniger sicher, weil der Fahrer der Mähmaschine die Fahne übersehen könnte oder für den



Abb. 5a: Ingewahrsamnahme (links)

Abb. 5b: Wiederaussetzen

Fall einer zwischenzeitlichen Standortverlagerung (beispielsweise durch das Muttertier) die markierte Lagerstelle nicht mehr stimmt.

Die Wahl der Verfahrensweise liegt in der Entscheidung des jeweiligen Jägers oder Landwirts, der die Suche durchführt. Die derzeitige Jagd-, bzw. Tierschutzgesetzgebung sieht dafür keine verbindliche Regelung vor.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Erfahrungen der Feldeinsätze mit dem Fliegenden Wildretter im Jahr 2012

Im Frühjahr 2012 wurden mit einer Kleinserie bestehend aus vier Fliegenden Wildrettern im süddeutschen Raum insgesamt 31 Rehkitze vor dem Mähtod gerettet. Die Einsatzorte gehen aus Abbildung 6 hervor. Die unterschiedlichen farblichen Markierungen stehen für die drei an den Sucheinsätzen beteiligten Institutionen Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (grün), Bayerischer Jagdverband (blau), den Landmaschinenhersteller Claas (rot) und einer beteiligten, engagierten Privatperson (gelb).

In der Suchsaison 2012 kam kein automatischer Mustererkennungsalgorithmus zur Detektion der Rehkitze zum Einsatz. Die zur Bodenstation übertragenen Videobilder wurden vom Piloten und dem Assistenten an der mobilen Bodenstation auf das Vorhandensein möglicher

Lagerstellen hin analysiert. Dabei spielt die Intensität der Sonneneinstrahlung eine entscheidende Rolle. Das wird durch Abbildung 7 verdeutlicht: Während bei bedecktem Himmel im linken Bild ein einzelnes Rehkitz als heller Fleck im Thermalbild deutlich erkennbar ist, ist eine sichere Identifikation der gleichen Szene aus gleicher Höhe im Bild rechts nicht mehr möglich. Die Sonne hat in dieser Aufnahme für eine Erwärmung von Erdhügeln gegenüber der umgebenden Graslandschaft gesorgt. Diese weisen im Infrarotbild nicht selten eine annähernd gleiche Form und Größe auf, wie ein Rehkitz. Eine sichere Unterscheidung ist damit nicht mehr möglich.

Abb. 6: Übersicht der DLR-Wildretter-Einsätze in der Saison 2012

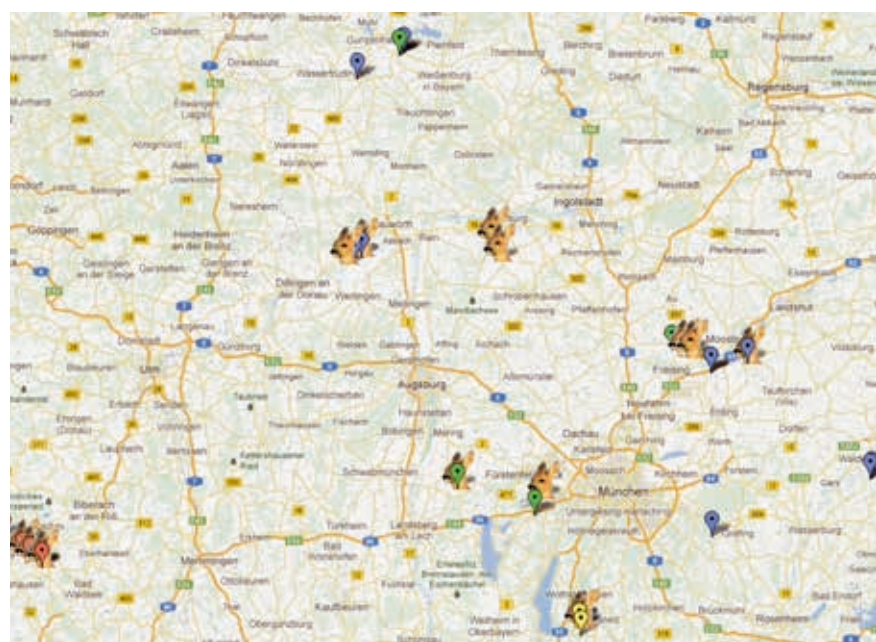
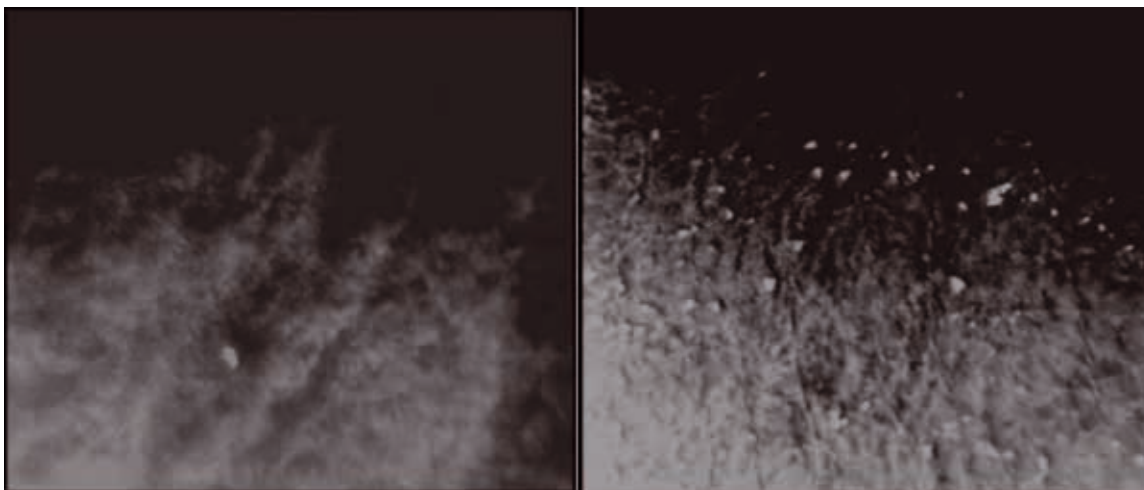


Abb.7: Thermalbild aus 50m Höhe bei bedecktem Himmel (links) und Sonnenschein (rechts)



Es hat sich bei den Einsätzen bewährt, bei guten Temperaturbedingungen (also z. B. morgendlich kühlen Temperaturen) eine Flughöhe von 50 m zu wählen. In dieser Höhe ist das Verhältnis zwischen Flächenleistung und Zuverlässigkeit bei der Erkennung der Rehkitze sehr gut. Je niedriger das Fluggerät fliegt, desto zuverlässiger ist zwar die Identifikation, aber die maximal mögliche Flächenleistung nimmt durch die geringere Flächenüberdeckung ab. Weil Zeitdruck bei der Suche eine große Rolle spielen kann, stellt diese Flughöhe einen guten Kompromiss zwischen Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit dar.

Neben sich in der Sonne erwärmenden Erdhügeln stellen verlassene Kitzlagerstellen eine weitere Ursache für Fehlalarme dar. Diese sind (wiederum in Abhängigkeit von der Intensität der Sonneneinstrahlung) unter Umständen noch Stunden, nachdem sie vom Kitz verlassen wurden, deutlich als vermeintliche Kitzlagerstelle im Infrarotbild erkennbar und wurden nicht selten mit einem echten Kitz verwechselt.

3.2 Diskussion der Ergebnisse

Mit dem fliegenden Wildretter ist ein Werkzeug entstanden, mit dem Rehkitze bei günstigen Umgebungsbedingungen schnell und sicher detektiert und geborgen werden können. Verglichen mit der Methode „Wiese zu Fuß ablaufen“ verringert sich die Suchdauer von 166 Minuten pro Hektar auf 4 Minuten pro Hektar (also um mehr als den Faktor 40). Die GPS-gestützte Wegpunktnavigation gewährleistet eine vollständige Abdeckung der gesamten Suchfläche. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber herkömmlichen Methoden, da das Übersehen, aufgrund fehlender Abdeckung den größten Anteil der falsch

negativ (d. h. Rehkitz übersehen) Rate und damit die meisten Kitzopfer verursacht.

Die Akzeptanz des Systems bei zukünftigen Nutzern ist stark abhängig von dessen Zuverlässigkeit und der Einfachheit in der Bedienung. Hier zeigte sich, dass möglichst wenige Einzelkomponenten im Zweifelsfall einem komplexeren System aus mehreren Bedienelementen vorzuziehen ist. Die technische Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit aller Komponenten stellte sich insbesondere unter Zeit- und Erwartungsdruck als absolut essentiell heraus, um rechtzeitig ohne Zeitverlust die Suche durchführen zu können.

Bei Sonnenschein funktioniert das System noch nicht effizient. Zwar können auch bei Sonneneinstrahlung Kitze gefunden werden, allerdings muss das Fluggerät dann tiefer fliegen und das führt zu einer längeren Flugdauer auf Grund des geringeren Sichtfeldes. Fliegt man anstatt in 50 m Flughöhe nur in 30 m Höhe, dann verdoppelt sich in etwa die Flugzeit.

4 Ausblick

Verbesserungspotential besteht in technischer Hinsicht bei der Auswertung der Bilddaten. Diese erfolgt im Moment noch nicht automatisiert. Ein Mustererkennungsalgorithmus, der Rehkitze automatisch und mit hoher Zuverlässigkeit identifizieren kann, würde den Piloten entlasten.

Bei Batterien ist das Verhältnis von Energiedichte zum Eigengewicht in den letzten Jahren durch die Einführung der Lithium-Polymer („LiPo“) Technologie erheblich verbessert worden. Wegen des gigantischen Marktpotentials bei mobilen Geräten darf man mit weiteren Fortschritten auf dem Ge-

biet der Batterietechnik rechnen, wovon auch die UAV Technologie und damit der Fliegende Wildretter profitieren wird.

Außerdem wird die Preisentwicklung bei UAVs eine wichtige Rolle für die Marktakzeptanz spielen. Der größte Anteil bei den Gesamtkosten des Systems liegt derzeit bei der Thermalkamera und der Flugplattform. Der allgemeinen preislichen Entwicklung bei technischen Systemen folgend kann man von sinkenden Preisen in der Zukunft ausgehen.

5 Danksagungen

Die Autoren danken allen Projektkollegen bei Fa. I.S.A. Industrieelektronik GmbH, Fa. CLAAS Saugau GmbH und der TU München sowie den engagierte Kitzsuchern Dr. E. Zeltner, Dr. E. Moser und P. Pelz.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt anteilig aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Referenzen

BMBF: Haschberger P., Schlagenhaut G.: „Entwicklung und Erprobung eines Trägersystems mit Sensortechniken zur Auffindung wildlebender Tiere beim Mähen landwirtschaftlicher Flächen – Wildretter“, gemeinsamer Abschlussbericht der Projektpartner, BMBF-Förderkennzeichen 16SV3669, 01.04.2008 – 31.12.2011

International Council for Game and Wildlife Conservation (CIC): *Mowing Mortality in Grassland Ecosystems*, 2011
Israel M. (2011): „A UAV based roe deer fawn detection system“

International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol XXXVIII-1/C22, ISSN 1682-1777, pp. 1-5

Kittler L. (1979): „Wildverluste durch den Einsatz landwirtschaftlicher Maschinen nach einer Erhebung aus dem Jagdjahr 1976/77 in Nordrhein-Westfalen“

Zeitschrift für Jagdwissenschaft, Ausgabe 25, April 1979: S. 22-32

Adressen

Peter Haschberger, Martin Israel, Tilman Wimmer,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e. V. (DLR)

Institut für Methodik der Fernerkundung
Münchner Str. 20

82234 Weßling-Oberpfaffenhofen

peter.haschberger@dlr.de

martin.israel@dlr.de

tilman.wimmer@dlr.de

Anita Weimann

Bayerischer Jagdverband

Hohenlindner Str. 12

85622 Feldkirchen

anita.weimann@jagd-bayern.de

Fußnoten

1 Tragbarer Infrarot Wildretter der Firma I.S.A. Industrieelektronik GmbH siehe <http://www.wildretter.de>

2 Ascending Technologies GmbH, Krailing