

# Einsatz von Drohnen im Artenschutz, der Wildtierrettung und im Biodiver- sitäts-Monitoring

Aktuelle Forschungsergebnisse und Erfahrungswerte zur  
störungsökologischen Wirkung von Drohnen



## 1. Hinweis

Die vorliegende Handreichung beruht auf aktuellen Forschungsprojekten zum Einfluss von Drohnen im Natur- und Artenschutz, Erfahrungen aus der Wildtierrettung sowie auf einer umfangreichen Literaturlauswertung.

Sie soll eine erste fachliche Grundlage bilden, um Drohnenpiloten bei ihrer Einschätzung zur Störwirkung von Drohnenflügen unterstützen.

Aus den weiter unten erwähnten Forschungsprojekten werden weitere Leitlinien und Empfehlungen zum Gebrauch von Drohnen im Naturschutz und der Wildtierrettung hervorgehen und sukzessive veröffentlicht.

Erste Schulungen zu 'Drohnen & Naturschutz' für Rehkitzretter-Piloten wurden bereits abgehalten und weitere Texte zum Thema Störungsökologie sind zum Zwecke der Fortbildung von Drohnenpiloten und -verbänden ebenfalls bereits in Arbeit.

Auf allgemeine Diskussionen zum Umgang mit Drohnen und Bedingungen oder Methoden beim Drohnefliegen wird hier nicht näher eingegangen, da dies den Rahmen und Zweck dieses Papiers sprengen würde und auf einschlägigen Internetseiten schon ausführlich dazu berichtet wird.

Grundsätzliche Regeln, eine vereinfachte Darstellung der neuen Luft-Verordnung u.v.m. finden sich beispielsweise auf der neuen offiziellen und als rechtssicher bezeichneten Internetseite [di-pul.de](http://di-pul.de) des BMDV (oder [drohnen.de](http://drohnen.de), [bvcp.de](http://bvcp.de), [kopter-profi](http://kopter-profi), uam.), auf der übersichtlich zusammengefasst die wichtigsten Sachverhalte erklärt sind.

So wird in diesem Papier nur kurz an relevanter Stelle auf die neue LuftVO eingegangen.

Die z.B. dort erwähnten Zuständigkeiten bei Genehmigungen von Drohnenflügen in Schutzgebieten nach § 21 h wird nach Kenntnisstand der Autoren in Deutschland unterschiedlich geregelt. In einigen Bundesländern ist je nach Schutzgebiet die untere oder höhere Naturschutzbehörde, in anderen weiterhin die Landesluftfahrtbehörde erste Anlaufstelle für die notwendigen Genehmigungen.

Hinweis:

**Dieser Text ist als Hilfe zur professionellen Verwendung von Drohnen v.a. im Kontext des Natur- und Artenschutzes und der Wildtierrettung gedacht und soll nicht der Aufweichung von naturschutzrelevanten Einschränkungen für den Hobbybetrieb von Drohnen dienen.**

## 2. Einleitung

Drohnen können, richtig eingesetzt, nützliche Tools im Werkzeugkasten des Natur- oder Artenschutzes und der Wildtierrettung sein. Sie ermöglichen Perspektiven und Einblicke in das Leben von Tieren, die bis vor kurzem nicht möglich gewesen wären und können dadurch herkömmliche Monitoringmethoden in vielen Bereichen sinnvoll ergänzen oder manchmal sogar ersetzen.

Wie man weiter unten sehen wird, eignen sich Drohnen beispielsweise sehr gut, um Kolonien von Graureihern, Kormoranen oder Lachmöwen zu zählen (Abb. 1). Dabei liefern sie meist deutlich bessere Zählergebnisse als dies bei der herkömmlichen Bodenzählung der Fall wäre - teilweise überstieg die Zahl der aus der Luft gezählten Nester in Graureiherkolonien die der terrestrischen Zählung um 300 % (Mitterbacher mündl., 2020).

Drohnen können auch ein wertvolles Instrument im Arten- oder Tierschutz sein, um beispielsweise zeit- und personalsparend nach Nestern von bodenbrütenden Vogelarten wie dem Großem Brachvogel, dem Kiebitz oder nach Rehkitzen zu suchen, um diese vor Schäden bei der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (z.B. Mähtod) oder vor Prädation zu schützen (Abb. 2).

So werden im Rahmen eines Kiebitzschutzprojektes im Landkreis Rosenheim in Oberbayern schon seit Jahren erfolgreich Nester mit Drohnen detektiert und im Anschluss sichtbar für den Landwirt markiert.

Außerdem ist spätestens seit 2021 durch die Förderung des Bundeslandwirtschaftsministeriums von Drohnen zur Wildtierrettung vor der Mahd ein signifikanter Anstieg von drohnengestützten Wildtierrettungsaktivitäten speziell für Rehkitze zu verzeichnen.

Da der Gedanke des Einsatzes von Drohnen im und für den Naturschutz für viele noch recht neu ist, wird ihr Potenzial für Natur- und Artenschutzzwecke im Gegensatz zur Rehkitzrettung vielfach noch nicht erkannt.

So führen häufig Vorurteile, die vor allem aus der allgemeinen gesellschaftlichen Diskussion über Drohnen und Persönlichkeitsrechte heraus entstehen (fast ausschließlich hervorgerufen durch missbräuchlichen und rechtswidrigen Gebrauch von Drohnen im Hobbybereich) oder erwartete Störwirkungen zu Skepsis und Ablehnung. Aus mehreren publizierten Studien geht jedoch hervor, dass insbesondere bei entsprechend angepasster Flugweise und Flughöhe kaum erkennbare Störreaktionen der untersuchten Arten während des Drohnenfluges beobachtet wurden. Erste Ergebnisse zeigen, dass v. A. in Abhängigkeit der Flughöhe des UAVs (Unmanned Aerial Vehicle = landläufig Drohne) unterschiedliche Störwirkungen erkennbar sind.



Abb. 1: Vogelkolonien (hier: Kormorane) werden bei Bodenzählungen meist massiv unterschätzt.



Abb. 2: Bodenbrüteregele (hier: Kiebitz) können mittels Drohne und Thermalkamera effizient gesucht und vor Zerstörung gerettet werden. (Fotos: LfU, M. Mitterbacher)

In voneinander unabhängigen, aber kooperierenden Projekten werden an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg<sup>1</sup>, am Bayerischen Landesamt für Umwelt<sup>2</sup> und der Hochschule Anhalt<sup>3</sup> die Einsatzmöglichkeiten von Drohnen für Natur- und Artenschutz zwecke vielseitig erprobt und gleichzeitig Erfahrungen zu ihren störungsökologischen Auswirkungen gesammelt.

Mit dieser Handreichung wollen wir versuchen, auf Basis unserer eigenen Erfahrungen sowie bereits veröffentlichter Ergebnisse aus diversen wissenschaftlichen Arbeiten, Vorbehalte gegenüber naturschutzrelevanten Drohneneinsätzen durch fachliche Argumente abzubauen und eine erste systematische Entscheidungsgrundlage für eine möglichst fachgerechte und schonende Nutzung anzubieten.

Die meisten bisherigen Erkenntnisse resultieren dabei aus ornithologischen Untersuchungen und machen deutlich, dass **professionelle und unter Beachtung fachlicher Kriterien durchgeführte Drohneneinsätze** überwiegend geringe bis keine Störungen verursachen.

---

<sup>1</sup> Forschungsprojekt 'Drohnen im Biomonitoring'   - <https://www.hs-rottenburg.net/forschung/projekte-schwerpunkte/management-und-entwicklung-laendlicher-raeume/> - mit Unterstützung der Stiftung Naturschutzfonds BW, gefördert aus zweckgebundenen Erträgen der Glücksspirale

<sup>2</sup> Projekt „Einsatz von Drohnen im Natur- und Artenschutz“ - [Einsatz von Drohnen im Natur- und Artenschutz und bei der Wildtierrettung - LfU Bayern](#) (Mitterbacher, 2021)

<sup>3</sup> FHprofUnt 2018: Farming 4.0 im Grünland - <https://www.forschung-fachhochschulen.de/de/farming-4-0-im-gruenland-nachhaltige-nutzung-und-erhoehung-der-biodiversitaet-durch-den-2023.html> (BMBF LS5, 2020)

### 3. Bisherige Erfahrungswerte aus Deutschland

In Deutschland gibt es vor allem im Bereich des Bodenbrüterschutzes (insbesondere in Bayern) zum Teil schon langjährige Erfahrungen in der Gelegesuche und der Rehkitzrettung mittels Drohne und Thermalkamera. Einige Beispiele, auf denen zum Teil auch unsere hier beschriebenen Erfahrungswerte fußen, sind in Tab. 1 aufgelistet.

#### Drohnenprojekte für Natur- und Artenschutz Zwecke

Tab. 1: Uns bekannte Projekte, bei denen Drohnen für Natur- und Artenschutz Zwecke eingesetzt werden

Bundesland	Institution	Ziel
Bayern	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Staatliche Vogelschutzwarte	Projekt „Drohnen im Natur- und Artenschutz“ Bodenbrüterschutz, Zählung von Vogelkolonien, gezielte Horstkontrollen bei Greifvögeln, Moor-schutz, uvm.
Bayern	Regierung der Oberpfalz	Gelegesuche und Nestschutz bei Großem Brachvogel und Kiebitz, Zählung von Vogelkolonien, Kontrolle von Adlerhorsten
Bayern	Landratsamt Rosenheim	Gelegesuche und Nestschutz bei Kiebitzen auf Ackerflächen
Bayern	Gebietsbetreuung Altmühlfranken	Gelegesuche und Nestschutz bei Großem Brachvogel, Kiebitz und Uferschnepfe
Bayern	AHP Wiesenweihe Konrad Bauer	Gelegesuche und Nestschutz bei Wiesenweihen in Getreidefeldern in Franken und im Nördlinger Ries
Bundesweit	Kitzrettung Pinzberg und Umgebung (Bayern)  Rehkitzretter Unstruttal (Sachsen-Anhalt)  Weitere Vereine, Jagdverbände, Landwirte, etc.	Rehkitzrettung Beispiele für viele weitere Wildtier- und Rehkitzrettungsprojekte in ganz Deutschland
Niedersachsen	Ökologische NABU-Station Ostfriesland	Gelege und Kükenschutz bei Kiebitz, Uferschnepfe, Brachvogel und Austernfischer, Wiesenweihenschutz, Bruterfolgskontrolle, Flussschwabenflöße, Nahrungshabitatanalyse von Trauerseeschwaben
Niedersachsen	NABU-Artenschutzzentrum Leiferde	Rehkitzrettung, Adlerschutz, Schutzgebiets-Monitoring
Nordrhein-Westfalen	ABU, Biologische Station Soest	Gelegesuche und Nestschutz bei Wiesenvögeln (v.a. Großer Brachvogel und Kiebitz)
Sachsen	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt- und Landwirtschaft	Qualitätsparameter für FFH-Lebensraumtyp Heide

Sachsen-Anhalt	HS Anhalt-Bernburg	Gelegesuche und Nestschutz bei Großem Brachvogel & Kiebitz, Detektionsmöglichkeit Feldlerche, Störanalyse Qualitätsparameter für FFH-Lebensräume insbesondere Grünland
Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern	Landesbetriebe, Behörden, weitere Institutionen	Küstenvogelmonitoring

Aus den in Tab. 1 genannten Projekten können aus störungsökologischer Sicht bereits relevante Flughöhen von Drohnen abgeleitet werden. Es handelt sich hier aber erst um vorläufige Ergebnisse, die im Laufe der Projekte noch genauer untersucht werden (Tab. 2) und auch individuell oder lokal abweichen können. Die Flughöhe sollte/muss generell an die jeweilige Fragestellung angepasst und möglichst auch mit den zuständigen Naturschutzbehörden abgesprochen werden.

### Bisherige Erfahrungswerte zu Flughöhen

Tab. 2: Bisherige Erfahrungswerte zu Flughöhen (weitere Forschungen sind in Arbeit)

Art	Reaktion
<b>Großer Brachvogel</b>	Bis 40 m Flughöhe kaum Beunruhigungen zu erkennen, Altvögel bleiben zumeist auf Nest. Bei weniger als 20 m Flughöhe wird das Nest verlassen. Der Brutvogel kehrt aber wenige Minuten nach Ende des Drohnenfluges wieder in den Nestbereich zurück.
<b>Kiebitz</b>	Verlässt in aller Regel das Nest während des Drohnenfluges (auch bei größerer Flughöhe), oft bereits selbst in weiterer Entfernung beim Start der Drohne. Keine Angriffe. Kehrt wenige Minuten nach Ende des Drohnenfluges wieder auf Nest zurück.
<b>Koloniebrüter</b>	<b>Lachmöwen</b> und <b>Flusseeeschwalben</b> tolerieren Flughöhen bis 5 m über den Nestern ohne sichtbare Beunruhigungen <b>Graureiher</b> und <b>Kormorane</b> tolerieren Flughöhen bis 15 m Höhe über dem Nest ohne sichtbare Beunruhigungen <b>Saatkrähen</b> tolerieren Flughöhen bis 15 m Höhe über dem Nest ohne sichtbare Beunruhigungen
<b>Rebhuhn</b>	Bis 40 m Flughöhe kaum Beunruhigungen zu erkennen. Bei guter Deckung werden auch Flughöhen bis 15 m und darunter toleriert. Auf offenem, deckungsarmen Acker höhere Fluchtdistanz (zu Fuß).
<b>Wiesenweihe</b>	Sehr individuelle Reaktionen auf Drohne. Vielfach keine Reaktion auf Drohne, aber auch Flucht oder Angriff möglich. Reaktionen scheinen unabhängig von der Flughöhe zu sein. Gute Schutzerfolge mit Drohnenunterstützung.
<b>Greifvögel</b> allgemein	Bei Fischadler, Mäusebussard, Rot- und Schwarzmilan sowie Rohrweihe wurden in 40 - 80 m Flughöhe gelegentliche Annäherungen an die vorbeifliegende Drohne beobachtet, im Regelfall wurden die Drohnen aber ohne erkennbare Reaktionen toleriert. In wenigen Einzelfällen kam es zu Scheinattacken - vermutlich passiert dies aber nur in unmittelbarer Nestnähe.

## 4. Position anerkannter Fachgremien zu Drohneneinsätzen im Naturschutz

Die Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten in Deutschland (LAG VSW) und die Schweizerische Vogelwarte Sempach haben bereits Stellung zu Drohneneinsätzen im Naturschutz genommen.

So spricht sich die LAG VSW in einem [Positionspapier](#) (LAG VSW, 2017) zu Drohnen im Naturschutz überwiegend positiv zu gezielten und fachlich begründeten Einsätzen aus. Vor allem werden die erfolgreichen Einsätze von Drohnen zur Erfassung von Vögeln wie beispielsweise Brutbestandszählungen in Küstenvogelkolonien oder das Auffinden von Einzelbruten in weitläufigen Habitaten (z. B. Weihen in Getreidefeldern) erwähnt.

*„Nach allen bisherigen Erfahrungen reagieren z. B. brütende Möwen und Seeschwalben, aber auch rastende Laro-Limikolen bei einer sensiblen Flugweise (Transekte mit „Autopilot“) auch in niedriger Höhe nicht sichtbar auf die Drohnen. Durch den Einsatz von Drohnen zur Anfertigung von hoch aufgelösten Luftbildern lassen sich Zählungen von Vogelbeständen genau und nachprüfbar durchführen und Störungen im Vergleich mit Erfassungen am Boden ganz erheblich reduzieren.“*

Die Schweizerische Vogelwarte Sempach untersuchte 2017 in einer sehr umfangreichen Literaturrecherche, wie Vögel auf Drohnen reagieren ([Mulero-Pázmány et al., 2017](#)). Die in den Veröffentlichungen gefundenen Reaktionen der Vögel reichen von erhöhter Aufmerksamkeit bis zur Flucht. Jedoch schienen in vielen Fällen die Vögel auch gar nicht auf Drohnen zu reagieren. Eine Reaktion ist laut Studie von verschiedenen Faktoren abhängig:

- eine direktes Anfliegen in steilem Winkel bewirkt häufig eine Fluchtreaktion
- Fluggeräte mit Benzinmotor führen durch den höheren Lärmpegel eher zu einer Reaktion als elektrische Geräte
- bei großen Drohnen ist die Fluchtdistanz größer als bei kleinen Drohnen
- Einzelvögel oder kleine Gruppen von Vögeln zeigen geringere Fluchtdistanzen als Vogelschwärme aufgrund erhöhter Wachsamkeit von mehreren Individuen
- große Vögel zeigen eher eine Reaktion als kleinere

Eine nicht erkennbare Reaktion lässt physiologischen Stress natürlich nicht ausschließen. So ist beispielsweise bekannt, dass brütende Vögel größere Störungen tolerieren, ohne das Nest zu verlassen. Erste Untersuchungen zu psychologischem Stress lassen erkennen, dass in Abhängigkeit von der Flughöhe und der Flugsteuerung die Stressreaktionen unterschiedlich ausfallen ([Wulf/Pietsch, 2021](#)).

Die Schweizerische Vogelwarte kommt zum Schluss, dass mittels Drohnen durchaus Störungen reduziert, die Effizienz der Erfassung gesteigert und die Messgenauigkeit verbessert werden können. Nach Meinung der Experten kann der umsichtige Einsatz von Drohnen in biologischen Studien oder im Monitoring eine wertvolle Alternative zu Zählungen oder Erhebungen terrestrisch oder mit Flugzeug und zum Bio-Logging über GPS-Halsbänder o. Ä, darstellen. Es wird jedoch empfohlen gewisse Grundregeln beim Drohnenfliegen einzuhalten, um die Störwirkung auf ein Minimum zu reduzieren (s. auch Kap. 6).

## 5. Fachliche Empfehlungen für die Durchführung von Drohnenflügen

### Welche Paragraphen gelten beim Fliegen in Schutzgebieten nach der neuen LuftVO?

Die am 14.06.2021 in Kraft getretenen neu geänderte Luftverkehrsordnung [LuftVO](#) hat einen etwas anderen (sicherheitsbasierten) Ansatz als die alte Verordnung und verbietet nicht mehr pauschal, sondern definiert vielmehr zulässige Ausnahmeregelungen. Naturschutzrelevant sind dabei besonders die beiden folgenden Paragraphen:

Generell ist laut [§ 21h \(3\)](#) (der Regelungen für den Betrieb von unbemannten Fluggeräten in geografischen Gebieten nach der Durchführungsverordnung (EU) 2019/947) der Betrieb von unbemannten Fluggeräten

6. über Naturschutzgebieten im Sinne des § 23 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes, über Nationalparks im Sinne des § 24 des Bundesnaturschutzgesetzes und über Gebieten im Sinne des § 7 Absatz 1 Nummer 6 und 7 des Bundesnaturschutzgesetzes, unter bestimmten Voraussetzungen zulässig, wenn die zuständige Naturschutzbehörde dem Betrieb ausdrücklich zugestimmt hat, der Betrieb von unbemannten Fluggeräten in diesen Gebieten nach landesrechtlichen Vorschriften abweichend geregelt ist oder, mit Ausnahme von Nationalparks (kumulativ zu lesen!),
  - a) wenn der Betrieb nicht zu Zwecken des Sports oder der Freizeitgestaltung erfolgt,
  - b) wenn der Betrieb in einer Höhe von mehr als 100 Metern stattfindet,
  - c) wenn der Fernpilot den Schutzzweck des betroffenen Schutzgebietes kennt und diesen in angemessener Weise berücksichtigt **und**
  - d) wenn die Luftraumnutzung durch den Überflug über dem betroffenen Schutzgebiet zur Erfüllung des Zwecks für den Betrieb unumgänglich erforderlich ist, ...

Flüge, bei denen nicht alle der vorhergegangenen Punkte (a-d) erfüllt werden können - speziell wenn die 100 m unterschritten werden sollen - bedürfen einer gesonderten Genehmigung durch die jeweils zuständige Naturschutzbehörde.

Die zuständigen Genehmigungsbehörden können sich in den verschiedenen Bundesländern und auch je nach Schutzgebietskategorie unterscheiden. In manchen Bundesländern ist es auch nur die untere oder die höhere Naturschutzbehörde, in anderen auch weiterhin die zuständige Luftfahrtbehörde.

Für Behörden, die zur Erfüllung ihrer Aufgaben Drohnen einsetzen wollen, ist insbesondere [§ 21 k](#) (früher §21 a) der LuftVO relevant, der z. B. den Naturschutzbehörden einen Einsatz von Drohnen für eigene Monitoringzwecke leicht macht.

#### [§ 21k Betrieb von unbemannten Fluggeräten durch Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben](#)

(1) Keiner Genehmigung nach Artikel 12 der Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 bedarf der Betrieb von unbemannten Fluggeräten mit weniger als 25 Kilogramm Startmasse durch oder unter Aufsicht von

1. Behörden, wenn der Betrieb zur Erfüllung ihrer Aufgaben stattfindet, ...

(2) Die Regelungen der §§ 21h und 21i gelten nicht für den Betrieb von unbemannten Fluggeräten durch oder unter Aufsicht von in Absatz 1 genannten Stellen. (...)

Doch sind Behörden nicht von den § 21h und § 21i der LuftVO ausgenommen, weil ihr Einsatz von unbemannten Fluggeräten ein geringeres Gefährdungspotential aufweisen würde, sondern weil davon ausgegangen wird, dass Behörden selbst eine ausreichende Prüfung der sicheren Durchführbarkeit des Flugbetriebs in eigener Verantwortung, ohne Einschaltung der nach § 21a-c LuftVO zuständigen Luftfahrtbehörde, gewährleisten können. Hierbei haben Behörden grundsätzlich die gleichen Maßstäbe anzulegen, wie die jeweilige Landesluftfahrtbehörde.

Da die Behörden somit die alleinige Verantwortung für die Betriebsdurchführung tragen, sich meist selbst versichern und Fragen der Amtshaftung betroffen sind, empfiehlt es sich, in Behörden klare Regelungen zu Verantwortlichkeiten für die vielfältigen Aufgaben beim Betrieb unbemannter Fluggeräte zu treffen (Drohnen-Infrastruktur). Siehe auch [hier](#) oder [hier](#).

Generell müssen aber bei der Abwägung von Drohnenflügen in Schutzgebieten auch zusätzlich die allgemeinen naturschutzrechtlichen Vorschriften, insbesondere § 34 und § 44 des BNatSchG und die jeweiligen Schutzgebietsverordnungen beachtet werden, weswegen sich immer eine Rücksprache mit der zuständigen Naturschutzbehörde empfiehlt.

Danach dürfen Störungen ein Gebiet in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen nicht erheblich beeinträchtigen und wild lebende Tiere v.a. während Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten nicht erheblich gestört werden; so dass sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert.

Maßnahmen, die unmittelbar der Verwaltung des Gebiets dienen sind wiederum zulässig und können auch Befliegungen zu Monitoringzwecken sein.

## Drohnenflüge in Schutzgebieten (nach Definition LuftVO) und generelle Empfehlungen

- Drohnenflüge sollten v.a. in Schutzgebieten oder bekannten Wiesenbrüteregebieten nur für absolut notwendige Natur- oder Tierschutzzwecke (z.B. für Gelegesuche bei Wiesenbrütern zum Nestschutz, für jahreszeitlich notwendige Monitoringaufgaben, für die Rehkitzrettung kurz vor der Mahd, etc.) durchgeführt werden!
- Drohnenflüge zur Gebietsdokumentation, Erfassung von Vegetation oder Kontrolle von Renaturierungsmaßnahmen o. Ä. sollten vorzugsweise nach der Brutzeit (etwa von August bis Januar) stattfinden.
- Keine Übungs- /Testflüge in Schutzgebieten!
- Die Dauer der Drohnenflüge sollte zeitlich auf ein notwendiges Minimum reduziert werden.
- Drohnenaufnahmen für Fernsehdokumentationen o. Ä. sollten nach Möglichkeit in ähnlich aussehenden Nachbargebieten ohne Schutzstatus stattfinden, idealerweise mindestens 100 Meter vom Schutzgebiet entfernt.
- Erforderliche Genehmigungen müssen bei den zuständigen Naturschutzbehörden eingeholt werden (s. oben).

## Auf welcher Flughöhe sollte/muss geflogen werden?

- Generell so hoch fliegen, wie für die Fragestellung möglich und nur so niedrig wie absolut nötig.
- Neben der Sensibilität der untersuchten Art muss auch die Störempfindlichkeit anderer im Gebiet vorkommender Arten berücksichtigt werden.
  - Es sollte immer ein Kompromiss zwischen dem gewünschten Untersuchungserfolg und der möglichen Beeinträchtigung von Arten gefunden werden.
  - In bestimmten Fällen könnte der Mehrwert des Drohnenfluges auch eine kurzfristige Störung rechtfertigen. Dies liegt im Ermessen der Naturschutzbehörden).
    - Bsp.: Eine mögliche kurzfristige Störung eines Brachvogelbrutpaares oder von anderen im Gebiet vorkommenden Arten ist vertretbar, wenn mittels Drohne das Gelege gefunden und so vor dem Mähtod gerettet werden kann.

- Die nötige Flughöhe hängt immer vom kleinsten zu untersuchendem Objekt ab.
- Zu bloßen Dokumentationszwecken und zur Untersuchung/Monitoring von größeren Objekten (Landschaften, Wald, Gewässer, ...) können oft auch auf 100 Metern Höhe noch gute und effektive Ergebnisse erzielt werden.

## 6. Störungsökologische Grundregeln bei Drohnenflügen

Aus eigenen Erfahrungen und aus existierenden Empfehlungen, wie z.B. der Schweizerischen Vogelwarte Sempach, lassen sich einige allgemeine Grundregeln ableiten, die einzuhalten sind, um einen Drohnenflug möglichst störungsarm durchzuführen. Diese können/sollten direkt in Genehmigungen eingefügt werden:

Drohne nicht in unmittelbarer Nähe von Tieren starten oder landen. Ein Mindestabstand von 100 Metern sollte nach Möglichkeit eingehalten werden.

So hoch wie möglich - nur so tief wie unbedingt nötig fliegen. Je besser die Kamera, desto höher kann generell geflogen werden.

Möglichst kleine und leise Drohnen sind zu bevorzugen.

Ruhige Flugweise mit Flugbahnen auf möglichst gleichbleibender Höhe.

Plötzliche Richtungswechsel und rasante Manöver in der Nähe von Tieren sind zu vermeiden.

Ein direktes Anfliegen von Tieren ist absolut zu unterlassen.

Bei sichtbaren Reaktionen von Tieren sofort Abstand suchen und Drohnenflug ggfs. abbrechen. **Bei Angriffen (z.B. durch Greifvögel) sollte die Drohne zügig nach oben und vom Angriffsort weggeflogen werden.**

Des Weiteren wird, zusätzlich zu den oben genannten Regeln, insbesondere bei notwendigen Drohnenflügen in Schutzgebieten empfohlen:

Die Flüge räumlich und zeitlich auf das notwendige Maß beschränken.

Flüge zu bloßen Dokumentations- und Kontrollzwecken möglichst außerhalb der Brut- und Setzzeit von August bis Januar durchführen.

Naturschutzbehörden und ggf. Gebietsbetreuer vorab über Datum und Zeit der jeweiligen Drohnenflüge in Kenntnis setzen und notwendige Genehmigungen einholen.

Flüge in Gebieten mit hoher Besucherfrequenz möglichst nicht an Wochenenden, Feiertagen oder in der Ferienzeit durchführen.

Interessierte Passanten sollten aktiv über den Sinn und Zweck des Drohnenfluges informiert werden - immer auch mit dem Hinweis auf die notwendige Sondererlaubnis und das generelle Verbot für Hobbyflüge in diesem Gebiet.

### Genutzte Quellen

- <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/avinews/dezember-2016/voegel-und-drohnen-wie-konflikte-vermieden-werden>

- <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/medienmitteilungen/wie-voegel-auf-drohnen-reagieren>
- <https://www.vogelwarte.ch/de/voegel/ratgeber/ Gefahren-fuer-voegel/ruecksicht-beim-fliegen-mit-drohnen>
- <https://www.vogelundnatur.de/drohnen-vs-voegel/>

## 7. Kontakte für Fragen

Name	Stelle	Telefon	E-Mail
<p><b><u>Steffen Döring</u></b>            Forschungsprojekt 'Drohnen im Bionomonitoring' - mit Unterstützung der Stiftung Naturschutzfonds gefördert aus zweckgebundenen Erträgen der Glücksspirale</p>  	Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg	0151 5354 9529	<a href="mailto:doering@hs-rottenburg.de">doering@hs-rottenburg.de</a> oder <a href="mailto:dronesfornature@posteo.de">dronesfornature@posteo.de</a>
<p><b><u>Maximilian Mitterbacher</u></b></p>	Landesamt für Umwelt (LfU) Bayern	08821 94301-28	<a href="mailto:maximilian.mitterbacher@lfu.bayern.de">maximilian.mitterbacher@lfu.bayern.de</a>

## 8. Anhang

### Veröffentlichungen zu naturschutzfachlichen Drohneneinsätzen inkl. störungsökologischer Aspekte

Im Anschluß sind einige national und international veröffentlichte Studien aufgelistet, die sich mit der Störwirkung und Effizienz von Drohnen (UAVs) im Wildtiermonitoring befassen. Die genannten Titel sind mit ihren Quellen verlinkt.

#### Deutsche Veröffentlichungen

Studie	Thema	Ergebnisse in Stichpunkten
<a href="#">Störungsanalyse von UAVs bei der Detektion von Nistplätzen des Großen Brachvogels (<i>Numenius arquata</i>)</a> (Wulf/Pietsch, 2021)	Störungsanalyse durch Herzfrequenzmessung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stressanalyse von Brachvögeln auf unterschiedliche Störreize (Drohne, Mensch, Maschinen)</li> <li>• Entwicklung und Darstellung einer entsprechenden Methode</li> <li>• Erste Ergebnisse dieser Untersuchung weisen darauf hin, dass Überflüge des UAV vergleichbare Reaktionen wie auf natürlich vorkommende Ereignisse auslösen.</li> </ul>
<a href="#">Trauerseeschwalben am Ewigen Meer unter Beobachtung</a> (NABU Ostfriesland, 2020)	Trauerseeschwalben am Ewigen Meer - mit Drohne wird das Brutgeschäft dokumentiert und werden die Nahrungsgebiete erkundet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolonie ist eine von nur noch vier Vorkommen in Niedersachsen und in Deutschland die einzige in einem Hochmoorgebiet - Verantwortung für den Erhalt der Art hoch</li> <li>• Aussterberisiko bei der kleinen Kolonie relativ hoch</li> <li>• gute Kenntnis des Zustands der Brutkolonie, ihrer Nahrungsgebiete und möglicher Gefährdungen ist wichtige Voraussetzungen für die Konzipierung von Schutz- und Fördermaßnahmen des in Aufstellung befindlichen Managementplans für das Schutzgebiet</li> <li>• es wurden ergänzend zu bereits in Vorjahren durchgeführten Untersuchungen weitere unter Einsatz moderner Technik in den Arbeitsplan der ÖNSOF aufgenommen</li> <li>• Untere Naturschutzbehörde erteilte jetzt die Genehmigung für das Fliegen im Naturschutzgebiet.</li> </ul>
<a href="#">Naturschutzarbeit in Sachsen 2020</a> (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, 2020)	Störungsarmes und effektives Monitoring von Flusseeeschwalben ( <i>Sterna hirundo</i> ) mit UAV-Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• genaue Individuenerfassung per Luftbild möglich, ohne eine sichtbare Beunruhigung der Kolonie</li> <li>• Zählung der Individuen vom Teichrand aufgrund der Sichteinschränkung mit einer großen Ungenauigkeit verbunden</li> </ul>
<a href="#">UAV (Unmanned Aircraft Vehicle) Luftbilddauswertung als Ergänzung zu herkömmlichen Vogelmonitoringmethoden am Beispiel von Wasservogelzählungen im Bio-</a>	Masterarbeit zur Prüfung der Einsatzmöglichkeiten ausgewählter Wasservogelarten sowie manueller und automatisierter Bildauswertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erprobung des Monitorings im Rahmen der internationalen Wasservogelzählung</li> <li>• Individuenzahl in Drohnen Daten wesentlich höher als bei terrestrischer Kartierung</li> <li>• Nachweise brütender Vögel aus der Luft, die vom Boden aus nicht möglich waren.</li> </ul>

Studie	Thema	Ergebnisse in Stichpunkten
<a href="#">sphärenreservat „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“</a> (Gerber, 2018)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierte Reaktionen der Vögel wurden festgehalten und ausgewertet, wobei überwiegend keine Reaktionen auf die Befliegungen beobachtet wurden.</li> <li>• Hinweise zum Einsatz von Drohnen</li> </ul>
<a href="#">Monitoring einer Lachmöwenbrutkolonie mit Hilfe eines unbemannten Luftfahrtsystems im Naturschutzgebiet „Krakower Obersee“ in Mecklenburg-Vorpommern</a> (Toelge, 2018)	Bachelorarbeit mit Ziel am Beispiel einer Lachmöwenkolonie, eine Erfassungsmethode zu entwickeln, um zukünftig ein breites Spektrum an Vogelarten mithilfe eines UAS zu beobachten und ihre Bestände zu erfassen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videomaterial der Kontrollflüge zeigt eindeutig, dass die Anwendung des UAVs in der Brutkolonie auf der Insel Großer Werder störungsfrei war.</li> <li>• Vögel haben das eingesetzte UAV nicht als Bedrohung wahrgenommen</li> <li>• keine Reaktion der Vögel auf die Fluggeräusche des UAVs - evtl., weil Geräuschpegel der Kolonie selbst sehr hoch</li> <li>• In den letzten Tagen der Inkubationszeit und mit dem Schlupf der ersten Küken war quasi unmöglich die Vögel von ihren Nestern zu verschrecken</li> <li>• Vögel kehrten direkt nach dem Aufstieg des UAVs auf ca. zwei Meter wieder auf ihr Gelege zurück - kein Nest blieb länger als ca. 30 Sekunden unbesetzt</li> <li>• Im Vergleich der Monitoring-Methoden zeigt sich, dass bei allen Kontroll- und Erfassungsflügen keine erkennbare Reaktion der Möwen auf das UAV erfolgte. Die Vögel zeigten normale Verhaltensmuster und keine Anzeichen einer Störung.</li> <li>• Bei herkömmlichen Monitoring-Methoden zeigten sich dagegen starke Reaktionen auf den Beobachter der Kategorie 2 - 3.</li> </ul> <p>"Schon seit 2009 wurden erste Tests an Koloniebrütern durchgeführt, in denen geprüft wurde, ob ein UAS in der Lage ist, störungsfreie Aufklärungsflüge in und um Vogelkolonien durchzuführen. Diese technischen Hilfsmittel erwiesen sich im Bereich des modernen Vogelschutzes durchaus als nützlich und sinnvoll (HÄLTERLEIN et al. 2015)."</p>
<a href="#">UAV-gestützte Detektion von Kiebitznestern in Agrarflächen</a> (Israel, 2017)	Bildverarbeitung zur Optimierung der Detektion von Kiebitznestern in Agrarflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detektion und Markierung von Kiebitznestern</li> <li>• Entwicklung eines Optimierungsalgorithmus zur Verbesserung des Kontrastes in den Thermalbildern</li> </ul>
<a href="#">Adapting a Natura 2000 field guideline for a remote sensing-based assessment of heathland conservation status</a> (Schmidt et al., 2017)	UAV Einsatz zur Ermittlung von Heideflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung der terrestrischen Kartieranleitung auf die automatisierte Auswertung von Fernerkundungsdaten</li> <li>• Ableitung von Qualitätsparametern für Heideflächen in Natura 2000 Gebieten</li> </ul>
<a href="#">Erhebung tierökologischer Daten mit UAS (Unmanned)</a>	Bachelorarbeit zur Prüfung der Einsatzmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung ausgewählter Wasservögel in zwei Teichhabitaten (natürlich, künstlich)</li> </ul>

Studie	Thema	Ergebnisse in Stichpunkten
<a href="#">Aircraft Systems) am Beispiel ausgewählter Wasservögel in der Teichgruppe Gutttau im Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide und Teichlandschaft“ (Gerber, 2016)</a>	ausgewählter Wasservogelarten sowie manueller und automatisierter Bildauswertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine oder nur geringe Reaktionen auf den Drohnenflug (gr. Oktokopter)</li> <li>Nestnachweise in Schilfröhrichtinseln sowie Vögel auf Nahrungssuche, die am Boden nicht erkennbar waren</li> <li>Klassifikation mit der erweiterten Maximum-Likelihood-Methode führten nicht zu den ermittelten Zählwerten</li> <li>Unterschiedliche Raumansprüche konnten nachgewiesen werden</li> </ul>

### Internationale Veröffentlichungen

<a href="#">Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology (Christie et al., 2016)</a>	In dieser Metastudie wurden 35 Veröffentlichungen zum Einsatz von kleineren UAS in der Wildtierforschung untersucht - marine und terrestrische Tierarten sowie Vögel	<ul style="list-style-type: none"> <li>In den meisten Studien wurden nur geringe bis gar keine Verhaltensreaktionen von Tieren festgestellt</li> <li>UAS riefen im direkten Vergleich generell weniger Störungen bei den untersuchten Wildtieren hervor als die traditionellen Erfassungsmethoden</li> <li>In einigen Fällen können UAS-Einsätze traditionelle Wildtier-Monitoring-Methoden sogar ersetzen und v.a. sehr genaue und hochauflösende Daten liefern</li> <li>In einem Beispiel wurde ein Starrflügler-UAS erfolgreich zum Fotografieren und zählen von Grönlandwalen eingesetzt ohne die Tiere merklich zu stören (<a href="#">Koski et al. 2015</a>).</li> <li>Bei einer Untersuchung in der Antarktis konnten bei Flügen über 30 m bei Pinguinen und über 23 m bei Robben keine Anzeichen von Störungsreaktionen beobachtet werden (<a href="#">Goebel et al. 2015</a>).</li> <li>In einem anderen Beispiel wurden Seelöwen hochauflösend fotografiert und gezählt mit wesentlich geringerer Störung als durch herkömmliche Flugzeugbeobachtung</li> </ul>
<a href="#">Evaluation of unmanned aerial vehicle shape, flight path and camera type for waterfowl surveys: disturbance effects and species recognition (McEvoy et al., 2016)</a>	Analyse des Aussehens und Größe der Drohne und der Flugplanung auf die Störung von Wasservögeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quasi keine Fluchtreaktionen zu beobachten - außer bei direktem und niedrigem Anflug (10 – 15 m Höhe) auf Vögel, die sonst für eine niedrige Fluchtdistanz bekannt sind</li> <li>Bei seltener Flucht flogen die Vögel nur niedrig in einige Entfernung und ließen sich dann wieder auf dem Wasser nieder</li> <li>Bei Flucht vor Greifvögeln fand die Flucht des ganzen Schwarms in großer Höhe und in weitere Entfernung statt</li> <li>Das Aussehen der Drohne spielt eine gewisse Rolle. Bei einem DJI Quadrocopter, der sich auf 15m Höhe näherte, schwammen die Vögel nur davon</li> <li>Bei einem größeren Oktokopter passierte sogar nichts, bis auf ein Kopfheben bei ruhenden Vögeln zum fliegenden Kopter auf 15 m Höhe</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Starrflügler im Delta-Design rief heftigere Reaktionen hervor, v.a., wenn er Richtungs- und Höhenänderungen in Nähe der Vögel vollzog. Da ähnelt er wohl einem Greifvogel im Jagdflug. Bei ruhigen und höheren Überflügen über 60 m Höhe waren auch keine größeren Reaktionen zu beobachten und die Vögel gewöhnten sich an den Anblick.</li> </ul>
<p><a href="#">Evaluation of an unmanned rotorcraft to monitor wintering waterbirds and coastal habitats in British Columbia, Canada</a> (Drever et al., 2015)</p>	<p>Monitoring von Überwinterungshabitaten an Küsten- und in Feuchtgebieten zum Schutzmanagement mit Hilfe von Drohnen</p> <p>Hier rel. großer Helicopter mit 1.6 m Spannweite</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UAS können effektiv zur Unterstützung des Vogel-Monitorings in Küsten- und Sumpfgewässern beitragen</li> <li>• Generell wurden nur geringe Störwirkungen auf die Seevögel festgestellt (detaillierte Tabelle)</li> <li>• Auch Gewöhnungseffekte konnten beobachtet werden</li> <li>• Arten konnten verlässlich in Aufnahmen mit 1 cm Auflösung erkannt werden</li> </ul>
<p><a href="#">Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines</a> (Vas et al., 2015)</p>	<p>Einfluss von Drohnenflügen auf drei Wasservogelarten -</p> <p>besonders sensible Arten: Grünschenkel und wilde Flamingos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rund 80% der Vögel zeigten keine sichtbare Reaktion auf die Drohne, die bis zu 4 Meter an die Tiere heranflog</li> <li>• Geschwindigkeit beim Anflug, die Farbe der Drohne (weiße, schwarze und oder blaue Drohne) sowie das mehrfache Wiederholen des Anfluges zeigt keinen erkennbaren Einfluss auf die Vögel</li> <li>• Deutliche Reaktionen bei verschiedenen Anflugwinkeln. Je vertikaler die Drohne auf die Vögel zufliegt, desto größer ist der Störfaktor</li> <li>• Wenn vorsichtig eingesetzt, können Drohnen ein wertvolles Hilfsmittel zur Zählung und Verhaltensforschung in der Ornithologie sein, insbesondere in unzugänglichen (z.B. Moore) und gefährlichen Gebieten (z.B. Steilküsten).</li> <li>• Empfehlungen:</li> <li>• &gt; 100m Startentfernung, nicht senkrecht auf Vögel zufliegen und Annäherungsdistanz anpassen</li> </ul>
<p><a href="#">Low-budget ready-to-fly unmanned aerial vehicles: an effective tool for evaluating the nesting status of canopy-breeding bird species</a> (Weissensteiner et al., 2015)</p>	<p>Brut- und Populationsmonitoring der in Baumkronen brütenden Nebelkrähen (<i>Corvus cornix</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wurde die Effektivität und das Zeiteinsparpotential des UAS-Monitorings gegenüber anderen Methoden (optische Instrumente, Kamera an Teleskopstab, Baumklettern) quantifiziert</li> <li>• Es konnten 85% der Zeit gegenüber der Baumkletter-Zählung eingespart werden</li> <li>• Der Nest-Status, Anzahl und ungefähres Alter der Nestlinge konnten in allen 24 Versuchen erfolgreich mit dem UAS erfasst werden</li> <li>• Die Störung war gering und wesentlich kleiner als durch Baumkletter-Zählung oder mit einer Kamera an Teleskopstab</li> <li>• Darüber hinaus kann durch den Einsatz eines UAS auch Schäden am Baum und die Gefahr für die Baumkletterer verhindert werden</li> </ul>

<p><a href="#">The rise of unmanned aircraft in wildlife science: A review of potential contributions and their application to waterbird research</a> (Chabot, 2014)</p>	<p>Dissertation zur Analyse und dem angeleiteten Gebrauch von Drohnen als oft störungsärmeres Forschungs- und Monitoring-Werkzeug in der Wildtierforschung. Bsp.: Flussseseschwalbe und Amerikanische Zwergdommel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In allen untersuchten Fällen konnte man wesentlich weniger Störungsanzeichen beobachten, als bei der terrestrischen Zählung (“In any case, it can be confidently stated that the UAS caused far less disturbance than the conventional ground census of the colony.” - S. 127)</li> <li>• Es wurde ein großes Potenzial für Starrflügler-Drohnen zur Kolonievogelzählung und für Kopter-Drohnen zur Beobachtung von Vögeln an unzugänglichen Plätzen.</li> <li>• Drohnen können in vielen Situationen Wildtier-Habitat-Untersuchungen unterstützen, indem mit ihnen zeitlich und räumlich hochauflösende Daten von größeren und unzugänglicheren Gebieten aufgenommen werden können, als terrestrisch.</li> <li>• In dieser Thesis werden die ersten Standard Wildtier-Untersuchungen präsentiert, die zur Datenaufnahme auch Drohnen verwenden.</li> <li>• Auch vom technischen Standpunkt aus gesehen, bieten die heute zur Verfügung stehenden Drohnen die Möglichkeit Wildtier-Zählungen und -Beobachtungen und Habitat-Untersuchungen durchzuführen.</li> <li>• Mit Drohnen ermöglichen auch das non-invasive Monitoring von hochsensiblen Arten wie Flussseseschwalben (<i>Sterna hirundo</i>) durchgeführt werden.</li> </ul>
<p><a href="#">Fine-scale bird monitoring from light unmanned aircraft systems</a> (Sardà- Palomera et al., 2012)</p>	<p>Monitoring einer Lachmöwenkolonie während der Brutzeit mit einer Starrflügler-Drohne mit 1,4 m Spannweite</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lachmöwen (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>) zeigten keine sichtbaren Reaktionen auf die Präsenz der Drohne.</li> <li>• Die Vögel blieben ruhig bei den Überflügen.</li> <li>• Diese Methode erlaubt die genaue Lokalisation der Neststandorte ohne die Kolonie zu stören. Dies wäre durch terrestrische Beobachtung nicht möglich.</li> <li>• Diese Studie zeigt, dass Drohnen für akkurate und wiederholbare Zählungen von Brutvogelkolonien verwendet werden können - bei geringen Kosten und minimaler Störung.</li> </ul>

## 9. Literaturverzeichnis

- BMBF LS5 (2020): Farming 4.0 im Grünland: Nachhaltige Nutzung und Erhöhung der Biodiversität durch den Einsatz von UAV (BIOSENS-NATURA2000) - FaF Forschung an Fachhochschulen. BMBF - FaF Forschung an Fachhochschulen. [https://www.forschung-fachhochschulen.de/fachhochschulen/shareddocs/projekte/de/farming-4-0-im-gruenland-nachhaltige-nutzung-und-erhoehung-der-biodiversitaet-durch-den-2023.html\(30.3.2021\)](https://www.forschung-fachhochschulen.de/fachhochschulen/shareddocs/projekte/de/farming-4-0-im-gruenland-nachhaltige-nutzung-und-erhoehung-der-biodiversitaet-durch-den-2023.html(30.3.2021)).
- Chabot, Dominique (2014): The rise of unmanned aircraft in wildlife science: a review of potential contributions and their application to waterbird research. McGill University Libraries. [https://www.researchgate.net/profile/Dominique\\_Chabot/publication/305641632\\_The\\_rise\\_of\\_unmanned\\_aircraft\\_in\\_wildlife\\_science\\_a\\_review\\_of\\_potential\\_contributions\\_and\\_their\\_application\\_to\\_waterbird\\_research/links/5797522a08aec89db7b99d73.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dominique_Chabot/publication/305641632_The_rise_of_unmanned_aircraft_in_wildlife_science_a_review_of_potential_contributions_and_their_application_to_waterbird_research/links/5797522a08aec89db7b99d73.pdf).
- Christie, Katherine S./Gilbert, Sophie L./Brown, Casey L./Hatfield, Michael/Hanson, Leanne (2016): Unmanned Aircraft Systems in Wildlife Research: Current and Future Applications of a Transformative Technology. In: *Frontiers in Ecology and the Environment* 14(5), S. 241–251. <https://doi.org/10.1002/fee.1281>.
- Drever, Mark C./Chabot, Dominique/O'Hara, Patrick D./Thomas, Jeffrey D./Breault, André/Millikin, Rhonda L. (2015): Evaluation of an Unmanned Rotorcraft to Monitor Wintering Waterbirds and Coastal Habitats in British Columbia, Canada. In: *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 3(4), S. 256–267. <https://doi.org/10.1139/juvs-2015-0019>.
- Dufresnes, Christophe/Golay, Joaquim/Schuerch, Johan/Dejean, Tony/Dubey, Sylvain (2020): !!! !!! Monitoring of the Last Stronghold of Native Pool Frogs (*Pelophylax lessonae*) in Western Europe, with Implications for Their Conservation. In: *European Journal of Wildlife Research* 66(3), S. 45. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01380-3>.
- Gerber, Christoph (2016): Erhebung tierökologischer Daten mit UAS (Unmanned Aircraft Systems) am Beispiel ausgewählter Wasservögel in der Teichgruppe Gutttau im Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide und Teichlandschaft“. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden.
- Gerber, Christoph (2018): UAV-Luftbilddauswertung als Ergänzung zu herkömmlichen Vogelmonitoringmethoden am Beispiel von Wasservogelzählung im Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“. Dresden: TU Dresden.
- Israel, Martin (2017): UAV-gestützte Detektion von Kiebitznestern in Agrarflächen. In: *Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft* (90), S. 1–8.
- LAG VSW (2017): Position der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) zu Drohnen und Naturschutz. Positionspapier. Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten. <http://www.vogelschutzwarten.de/downloads/2017lagvsw2-1.pdf>.
- McEvoy, John F./Hall, Graham P./McDonald, Paul G. (2016): Evaluation of Unmanned Aerial Vehicle Shape, Flight Path and Camera Type for Waterfowl Surveys: Disturbance Effects and Species Recognition. In: *PeerJ* 4, S. e1831. <https://doi.org/10.7717/peerj.1831>.
- Mulero-Pázmány, Margarita/Jenni-Eiermann, Susanne/Strebel, Nicolas/Sattler, Thomas/Negro, Juan José/Tablado, Zulima (2017): Unmanned Aircraft Systems as a New Source of Disturbance for Wildlife: A Systematic Review. In: *PLOS ONE* 12(6), S. e0178448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178448>.
- NABU Ostfriesland (2020): Trauerseeschwalben am Ewigen Meer unter Beobachtung. nabu-station-ostfrieslands Webseite! [http://www.nabu-station-ostfriesland.de/aktuelle-meldungen/trauerseeschwalben-am-ewigen-meer/\(31.5.2021\)](http://www.nabu-station-ostfriesland.de/aktuelle-meldungen/trauerseeschwalben-am-ewigen-meer/(31.5.2021)).
- Sardà-Palomera, Francesc/Bota, Gerard/Viñolo, Carlos/Pallarés, Oriol/Sazatornil, Víctor/Brotons, Lluís et al. (2012): Fine-Scale Bird Monitoring from Light Unmanned Aircraft Systems. In: *Ibis* 154(1), S. 177–183. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01177.x>.
- Schmidt, Johannes/Fassnacht, Fabian Ewald/Neff, Christophe/Lausch, Angela/Kleinschmit, Birgit/Förster, Michael/Schmidtlein, Sebastian (2017): Adapting a Natura 2000 Field Guideline for a Remote Sensing-Based Assessment of Heathland Conservation Status. In: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 60, S. 61–71. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.04.005>.
- Toelge, Rewen (2018): Monitoring einer Lachmöwenbrutkolonie mit Hilfe eines unbemannten Luftfahrt-systems im Naturschutzgebiet „Krakower Obersee“ in Mecklenburg-Vorpommern. Hochschule Neubrandenburg. [https://digibib.hs-nb.de/file/dbhsnb\\_derivate\\_0000002702/Bachelorarbeit-Toelge-2018.pdf](https://digibib.hs-nb.de/file/dbhsnb_derivate_0000002702/Bachelorarbeit-Toelge-2018.pdf).

- Vas, E./Lescroel, A./Duriez, O./Boguszewski, G./Gremillet, D. (2015): Approaching Birds with Drones: First Experiments and Ethical Guidelines. In: *Biology Letters* 11(2), S. 20140754–20140754. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0754>.
- Weissensteiner, Matthias H/Poelstra, Jelmer W/Wolf, Jochen BW (2015): Low-budget ready-to-fly unmanned aerial vehicles: An effective tool for evaluating the nesting status of canopy-breeding bird species. In: *Journal of Avian Biology* 46(4), S. 425–430. <https://doi.org/10.1111/jav.00619>.
- Wulf, Tom/Pietsch, Matthias (2021): Störungsanalyse von UAVs bei der Detektion von Nistplätzen des Großen Brachvogels (*Numenius arquata*) – Methode und erste Ergebnisse. DE: Wichmann Verlag. [https://doi.org/10.14627/537707020\(12.7.2021\)](https://doi.org/10.14627/537707020(12.7.2021)).
- www.gesetze-im-internet.de (2021): Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) - 14.06.2021 gesamt. [https://www.gesetze-im-internet.de/luftvo\\_2015/BJNR189410015.html](https://www.gesetze-im-internet.de/luftvo_2015/BJNR189410015.html).

## 10. Impressum

### Herausgeber

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR) Schadenweilerhof 72108 Rottenburg a.N. Telefon: 07472 951-0 E-Mail: <a href="mailto:hfr@hs-rottenburg.de">hfr@hs-rottenburg.de</a> Internet: <a href="https://www.hs-rottenburg.net/">https://www.hs-rottenburg.net/</a>	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Bürgermeister-Ulrich-Straße 160 86179 Augsburg Telefon: 0821 9071-0 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@lfu.bayern.de">poststelle@lfu.bayern.de</a> Internet: <a href="http://www.lfu.bayern.de">www.lfu.bayern.de</a>
---	---

### Bearbeitung/Text/Konzept

Idee, Zusammenstellung:	Steffen Döring MSc, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Fachliche Überarbeitung:	Maximilian Mitterbacher MSc, LfU - Referat 55
Beiträge von	Matthias Pietsch (HS Anhalt), Wolfgang Ahlmer (Regierung Oberpfalz), Rewen Tölge (Ökologische NABU-Station Ostfriesland)

### Bildnachweis

LfU, Referat 55, Maximilian Mitterbacher MSc

### Stand

März 2022

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.