



# Vorstudie über die Reaktionen von Wildtieren auf Luftfahrzeuge

Erstellt im Auftrag des Schweizerischen Hängegleiter-Verbands und des Aero-Club der Schweiz

Claudio Signer & Tanja Koch

Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA, ZHAW Wädenswil

26.11.2020

**Auftraggeber:**

Schweizerischer Hängegleiter-Verband SHV  
Seefeldstrasse 224  
CH-8008 Zürich

Aero-Club der Schweiz  
Zentralsekretariat  
Lidostrasse 5  
CH-6006 Luzern

**Autoren:**

Dr. Claudio Signer & Tanja Koch  
Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA  
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR  
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW  
Grüental, Postfach  
CH-8820 Wädenswil

**Zitiervorschlag:**

Signer C. & Koch T. (2020) Vorstudie über die Reaktionen von Wildtieren auf Luftfahrzeuge. Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil. Erstellt im Auftrag des Schweizerischen Hängegleiter-Verbands und des Aero-Club der Schweiz.

**Titelbild:** colourbox.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Literaturrecherche.....</b>	<b>4</b>
2.1 Vorgehen Literaturrecherche	4
2.2 Erkenntnisse aus der Literaturrecherche	5
2.2.1 Wildhuftiere	5
2.2.2 Greifvögel und Raufusshühner	8
<b>3. Aktuelle Wissenslücken.....</b>	<b>12</b>
3.1 Bislang untersuchte Aspekte	12
3.2 Weitere, bislang kaum untersuchte Aspekte	12
3.2.1 Wildtiere generell	13
3.2.2 Wildhuftiere	13
3.2.3 Greifvögel	13
3.2.4 Raufusshühner	13
<b>4. Empfehlungen für Folgestudien .....</b>	<b>14</b>
4.1 Räumliche Analyse zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf die Vorkommen von Raufusshühnern und Wildhuftieren	14
4.2 Physiologische Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Raufusshühner und Bedeutung von Habituation und Sensitivierung	15
4.3 Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Kondition und Konstitution von Wildhuftieren	16
4.4 Räumliche Reaktionen von Wildhuftieren im Wald auf Luftfahrzeuge	16
4.5 Implementierung von Schutzmassnahmen für Greifvogel-Horststandorte vor Luftfahrzeugen	17
4.6 Wirkungskontrolle von bisherigen Vereinbarungen zum Schutz von Wildtierpopulationen vor Luftfahrzeugen	17
<b>5. Empfehlungen für Management und Artenschutz .....</b>	<b>19</b>
5.1 Rechtsgrundlagen und Richtlinien	19
5.2 Massnahmen zugunsten des Wildtierschutzes gemäss Literatur	19
5.3 Ergänzende Überlegungen zu Massnahmen zugunsten des Wildtierschutzes	20
<b>6. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>21</b>
<b>Anhang 1 – Literaturübersicht zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Wildhuftiere .....</b>	<b>24</b>
<b>Anhang 2 – Literaturübersicht zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Greifvögel und Raufusshühner .....</b>	<b>31</b>

## Zusammenfassung

Hängegleiter und andere Luftfahrzeuge können Störung von Wildtieren verursachen und damit zu Konflikten zwischen menschlichen Nutzungsansprüchen und dem Wildtierschutz führen. Durch die Ausscheidung von Wildruhezonen, Überflug-, Start- und Landeverboten sowie durch freiwillige Vereinbarungen wurden in der Vergangenheit in einigen Gebieten bereits Massnahmen zur Konfliktreduktion umgesetzt. Systematische Wirkungskontrollen finden nach unserem Kenntnisstand jedoch nirgends statt.

Weil für die praktische Implementierung von Massnahmen zum Schutz von Wildtieren vor Störung durch Luftfahrzeuge immer noch zahlreiche Wissenslücken bestehen, erteilten der Schweizerische Hängegleiter-Verband SHV und der Aero-Club der Schweiz der Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA der ZHAW Wädenswil den Auftrag für eine aktuelle Evaluation der Thematik. Konkret umfasst der Auftrag i) eine Literaturrecherche über den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Wildtiere, ii) darauf basierend die Definition bestehender Wissenslücken, iii) die Umschreibung und Priorisierung erforderlicher Studien zur Schliessung der wichtigsten Wissenslücken sowie iv) die Ausarbeitung von Empfehlungen zur Wirkungskontrolle von bereits etablierten freiwilligen Vereinbarungen.

In Absprache mit den Auftraggebern fokussierten wir in unserer Arbeit weitgehend auf ausgewählte Tierarten, welche aufgrund ihrer Verbreitung und Lebensraumansprüche in der Schweiz durch Luftfahrzeuge massgeblich beeinflusst werden können. Bei den Wildhuftieren sind dies Alpengämse und Alpensteinbock, bei den Greifvögeln Steinadler und Bartgeier und bei den Raufusshühnern Alpenschneehuhn, Birkhuhn und Auerhuhn. Dabei wurde der Einfluss folgender Luftfahrzeugtypen untersucht: Hängegleiter (Gleitschirme und Deltasegler), Helikopter, Motor- und Segelflugzeuge.

Die Literaturrecherche erbrachte sowohl für die Wildhuftiere wie auch für die untersuchten Vogelarten einige relevante Nachweise über den Einfluss von Luftfahrzeugen. Während bei den Wildhuftieren häufig Aspekte zu Verhaltensänderungen und zum Fluchtverhalten untersucht wurden, fokussierten die Untersuchungen bei Greifvögeln und Raufusshühnern vorwiegend auf Aspekte der Raumnutzung, des Abwehr- bzw. Territorialverhaltens sowie des Bruterfolgs. Allerdings wiesen die in den einzelnen Studien nachgewiesenen Reaktionen von Wildtieren aufgrund von Störung durch Luftfahrzeuge eine relativ grosse Bandbreite auf. Dies sowohl zwischen verschiedenen Tierartengruppen und Arten wie auch innerhalb einzelner Arten. Neben der unterschiedlichen Ökologie der untersuchten Arten dürften diese Differenzen zu einem grossen Teil auf die methodischen und gebietspezifischen Unterschiede der Studien zurückzuführen sein. Darüber hinaus erbrachte die Literaturrecherche bezüglich des Einflusses von äusseren Bedingungen auf die Störungsreaktion sowie bezüglich der Gewöhnung (Habituation) oder Sensitivierung an Störung relativ wenig Hinweise.

Zur Schliessung der wichtigsten praxisrelevanten Wissenslücken empfehlen wir 6 modulare Folgestudien. Durch räumliche und biometrische Analysen sollen hierbei zum einen längerfristige Effekte von Luftfahrzeugen auf Raufusshühner und Wildhuftiere untersucht werden. Zudem sollen mittels Stresshormonanalysen bei Raufusshühnern allfällige physiologische Auswirkungen von Luftfahrzeugen untersucht und die Bedeutung von Habituation und Sensitivierung besser verstanden werden. In einer konzeptionellen Studie, ergänzt durch experimentelle Beobachtungen, sollen spezifische Massnahmen zum Schutz sensibler Greifvogel-Horststandorte erarbeitet werden. Eine Gesamtbetrachtung der neu gewonnen Erkenntnisse soll schliesslich eine Wirkungskontrolle von bisherigen Vereinbarungen zum Schutz von Wildtieren vor Luftfahrzeugen ermöglichen.

# 1. Einleitung

Studien über den Einfluss verschiedener Luftfahrzeuge zeigen, dass diese für Wildtiere eine massgebliche Störung darstellen können und damit Konflikte verursachen zwischen menschlichen Nutzungsansprüchen und dem Wildtierschutz. Unter diesem Aspekt wurden mancherorts bereits räumliche Schutzmassnahmen in Form von Empfehlungen betreffend Überflug, Start- und Landeverboten umgesetzt. Gebietsweise werden diese ergänzt durch freiwillige Vereinbarungen sowie durch Praxishilfen für einzelne Luftfahrzeugtypen.

In der Regel fehlen für die einzelnen Luftfahrzeugtypen jedoch klare, auf wissenschaftlichen Grundlagen basierende Schwellenwertdefinitionen, beispielsweise für minimale Überflughöhen oder seitliche Minimalabstände. Auch eine rechtliche Verankerung derjenigen fehlt in der Schweiz weitestgehend. Zudem finden für bereits umgesetzte Schutzmassnahmen kaum systematische Wirkungskontrollen statt, so dass deren Erfolg oder Misserfolg nicht belegt werden kann.

Zur Definition von effektiven Schutzmassnahmen für Wildtiere vor möglichen negativen Einflüssen durch Luftfahrzeuge werden deshalb detailliertere Grundlagen benötigt. Im Rahmen einer Vorstudie sollen hierfür das vorhandene Wissen zusammengetragen sowie die bedeutendsten Wissenslücken aufgezeigt werden. Konkret sollen für Hängegleiter (Gleitschirme und Deltasegler), Helikopter, Motor- und Segelflugzeuge folgende Punkte erarbeitet werden:

1. Literaturrecherche zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Wildhuftiere (namentlich Alpengämse und Alpensteinbock).
  - a) Welche distanzabhängigen Reaktionen und anderweitigen Auswirkungen rufen Luftfahrzeuge bei diesen Wildhuftieren hervor?
  - b) Welchen Einfluss haben äussere Bedingungen wie Habitat und Jahreszeit auf das Reaktions- und Fluchtverhalten dieser Wildhuftiere?
  - c) Gibt es Hinweise auf eine Gewöhnung von Wildhuftieren an Störung durch Luftfahrzeuge und, falls ja, unter welchen Gegebenheiten?
2. Literaturrecherche zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Greifvögel (namentlich Steinadler und Bartgeier) und Raufusshühner (namentlich Alpenschneehuhn, Birkhuhn und Auerhuhn).
  - a) Welche distanzabhängigen Reaktionen und anderweitigen Auswirkungen rufen Luftfahrzeuge bei diesen Vogelarten hervor?
  - b) Welchen Einfluss haben äussere Bedingungen wie Habitat und Jahreszeit auf das Reaktions- und Fluchtverhalten dieser Vogelarten?
  - c) Gibt es Hinweise auf eine Gewöhnung dieser Vogelarten an Störung durch Luftfahrzeuge und, falls ja, unter welchen Gegebenheiten?
3. Definition bestehender Wissenslücken hinsichtlich obiger Fragestellungen.
4. Umschreibung und Priorisierung erforderlicher Studien zur Schliessung der wichtigsten Wissenslücken, welche für die praktische Implementierung von Massnahmen zum Schutz von Wildtieren vor Störung durch Luftfahrzeuge benötigt werden.
5. Ausarbeitung einer Empfehlung zur Wirkungskontrolle von bereits etablierten freiwilligen Vereinbarungen zum Schutz von Wildtieren vor Störung durch Luftfahrzeuge.

## 2. Literaturrecherche

### 2.1 Vorgehen Literaturrecherche

Für die systematische Literaturrecherche haben wir in erster Linie das Onlineportal «SWIS Online» des Swiss Wildlife Information Service konsultiert und dabei in der Suchabfrage die definierten Zielarten mit den verschiedenen Luftfahrzeugtypen kombiniert (Tab. 1). Bei SWIS Online werden jeweils automatisch die deutschen, englischen und lateinischen Artnamen für die Suchabfrage berücksichtigt sowie teilweise verschiedene Luftfahrzeugtypen zu einer Kategorie zusammengefasst. SWIS Online eignet sich gut, um auch graue Literatur zu finden, d.h. Publikationen, die beispielsweise in Form von Dissertationen, Magazinen, Jahresberichten oder Kongressbeiträgen erschienen sind. Zusätzlich haben wir in «Web of Science», «Google Scholar» und «Google» Suchabfragen durchgeführt mit den deutschen, englischen, französischen und italienischen Namen der definierten Zielarten sowie den verschiedenen Luftfahrzeugtypen (Tab. 2). Die jeweiligen Treffer wurden eingesehen und relevante Publikationen in die Literaturübersicht integriert. Ausserdem wurden bereits bestehende ältere Literaturstudien (v.a. Boldt, 2007 und Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002) konsultiert und daraus gegebenenfalls relevante Literatur übernommen.

**Tab. 1:** Verwendete Schlagwörter und Suchkombinationen für die Literaturrecherche mittels «SWIS Online».

Schlagwort 1	Schlagwort 2
Gämse (Umfasst auch: Alpine Chamois, <i>Rupicapra rupicapra</i> )	Hängegleiter (Umfasst auch: Deltasegler, Gleitschirmflieger)
Steinbock (Umfasst auch: Ibex, <i>Capra ibex</i> )	Hängegleiter
Alpenschneehuhn (Umfasst: Rock Ptarmigan, <i>Lagopus muta</i> )	Hängegleiter
Auerhuhn (Umfasst auch: Capercaillie, <i>Tetrao urogallus</i> )	Hängegleiter
Birkhuhn (Umfasst auch: Black Grouse, <i>Lyrurus tetrix</i> )	Hängegleiter
Steinadler (Umfasst auch: Golden Eagle, <i>Aquila chrysaetos</i> )	Hängegleiter
Bartgeier (Umfasst auch: Bearded Vulture, <i>Gypaetus barbatus</i> )	Hängegleiter
Gämse	Helikopter (Umfasst: Gebirgslandeplatz, Hubschrauber)
Steinbock	Helikopter
Alpenschneehuhn	Helikopter
Auerhuhn	Helikopter
Birkhuhn	Helikopter
Steinadler	Helikopter
Bartgeier	Helikopter
Segelflugzeug (Umfasst auch: Gleitflugzeug, Motorsegler, Segelflieger)	
Hängegleiter	Störung (Tier) (Umfasst auch: Belastung)
Helikopter	Störung (Tier)

**Tab. 2:** Verwendete Schlagwörter und Suchkombinationen für die Literaturrecherche mittels «Web of Science», «Google Scholar» und «Google». Es wurde mit einer kreuzweisen Kombination (nach Sprache) der Schlagwörter aus Block A und Block B gearbeitet.

Block A	Block B
Gämse, Alpine Chamois, Chamois, Camoscio	Luftfahrzeug, Aircraft
Steinbock, Alpine Ibex, Bouquetin, Stembocco	Flugzeug, Airplane, Plane, Avion, Aereo
Schneehuhn, Rock Ptarmigan, Lagopède alpin, Pernice bianca	Hängegleiter
Auerhuhn, Capercaillie, Grand tétras, Gallo cedrone	Deltasegler, Hang-glider, Delta
Birkhuhn, Black Grouse, Tétrás lyre, Fagiano di monte	Gleitschirm, Paraglider, Parapente, Parapendio
Steinadler, Golden Eagle, Aigle royal, Aquila reale	Segelflugzeug, Sailplane, Glider, Volovelista
Bartgeier, Bearded Vulture, Gypaète barbu, Gipeto	Helikopter, Helicopter, Hélicoptère, Elicottero
	Störung, Disturbance, Dérangement, Disturbo

## 2.2 Erkenntnisse aus der Literaturrecherche

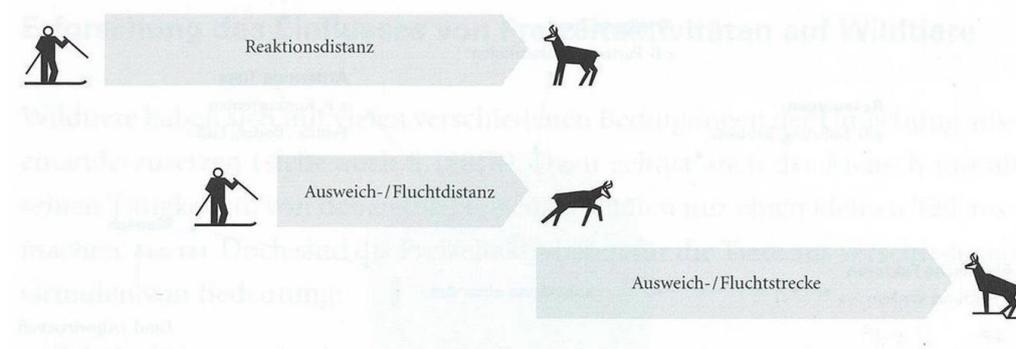
Eine umfassende tabellarische Literaturübersicht zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Wildhuftiere befindet sich in Anhang 1. Literatur zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Greifvögel und Raufusshühner wird in Anhang 2 tabellarisch detailliert zusammengefasst.

### 2.2.1 Wildhuftiere

Mit den Literaturstudien von Boldt (2007) und Graf (2018) existieren bereits gute und ausführliche Grundlagen zum Thema Luftfahrzeuge und Wildhuftiere. Auch im Standardwerk «Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere» von Ingold (2005) findet sich ein Kapitel mit dem Titel «Einfluss der Luftfahrzeuge auf Säugetiere». Gemäss Graf (2018) wurde die meiste Literatur zu dieser Thematik bereits vor 2005 publiziert und floss fast vollständig in die Einschätzung von Ingold (2005) ein und es ergibt sich kaum Aktualisierungsbedarf. In den bereits bestehenden Literaturstudien fehlt aber eine übersichtliche Tabelle, welche die wesentlichsten Zahlenwerte zusammenfasst und teilweise fehlen Empfehlungen bzw. mögliche Massnahmen zur Lösung allfälliger Konflikte.

Wildtiere reagieren auf eine wahrgenommene Störung entweder mit einer für uns sichtbaren oder nicht sichtbaren Reaktion. Als sichtbare Erstreaktion gilt das «Aufmerken» und «Sichern», das heisst, das Tier hebt den Kopf, dreht ihn und hält ihn auf die Störung gerichtet. Allenfalls ergreift das Tier dann die Flucht. Dies wird allgemein auch als «Ausweichen» bezeichnet. Als Messgrössen für die sichtbare Reaktion werden oft die Reaktionsdistanz, die Fluchtdistanz und die Fluchtstrecke verwendet (Abb. 1). Die **Reaktionsdistanz (RD)** bezeichnet dabei die Distanz zwischen dem Tier und dem störenden Objekt im Augenblick seiner Erstreaktion. Bei der **Fluchtdistanz (FD)** handelt es sich um die entsprechende Distanz zum Zeitpunkt, wenn das Tier die Flucht ergreift und bei der **Fluchtstrecke (FS)** um die zurückgelegte Distanz auf der Flucht (Ingold, 2005). Diese Messgrössen eignen sich bei unseren Zielarten Gämse und Steinbock gut, um Reaktionen auf Luftfahrzeuge zu quantifizieren, weil sich diese Arten häufig in offenem Gelände aufhalten und sich von einem höher gelegenen Standort oder von einem Gegenhang aus gut beobachten lassen. Trotzdem bleibt die exakte Ermittlung der Messgrössen eine Herausforderung.

Als nicht sichtbare Reaktion auf Störung gilt beispielsweise die Änderung der Herzschlagrate. In der Regel wird sie infolge eines Störreizes gesteigert. Bei getarnten Arten, welche zuerst bewegungslos am Ort verharren, bevor sie flüchten, wird sie hingegen teilweise zuerst abgesenkt, bevor sie kurz vor der Flucht rapide ansteigt (Ingold, 2005). Als Folge einer andauernden belastenden Situation kann auch der Stresshormonspiegel dauerhaft erhöht sein. Dies kann sich negativ auf den Gesundheitszustand und das Überleben eines Tieres auswirken.



**Abb. 1:** Anschauliche Definition von Reaktionsdistanz, Fluchtdistanz und Fluchtstrecke gemäss Ingold (2005).

### a) Distanzabhängige Reaktionen und Auswirkungen

Die Literaturstudie hat gezeigt, dass es zwischen den Tierarten und zwischen verschiedenen Untersuchungsgebieten teilweise erhebliche Unterschiede in den Reaktionen auf verschiedene Luftfahrzeugtypen gibt (Tab. 3). Es fehlen aber vergleichende Studien, die verschiedene Arten mit den gleichen Methoden und unter identischen Habitatbedingungen untersucht haben. Artsspezifische Differenzen sind deshalb wohl häufig auf methodische (z.B. Überflughöhe) und habitatspezifische (z.B. Deckungsgrad) Unterschiede zurückzuführen (Boldt, 2007). Ein Beispiel sind die deutlich geringeren Reaktionen von Gämssen auf Hängegleiter im Oberallgäu im Vergleich zu den Reaktionen der Gämssen im Berner Oberland. Zeitler (1995) schreibt dazu: «Bei ähnlichen Befliegungshäufigkeiten und Raumstrukturen stimmen die Beobachtungen der beiden Studien also gut überein.»

**Tab. 3:** Zusammenfassung der gemäss Literaturrecherche wesentlichsten Zahlenwerte für Reaktionsdistanzen (RD), Fluchtdistanzen (FD), Fluchtstrecken (FS) von Gämssen und Steinböcken aufgrund von Störung durch verschiedene Luftfahrzeuge. In der Studie von Szemkus et al. (1998) sind auch Angaben zu der auf der Flucht überwundenen Höhendifferenz aufgeführt. Für eine detailliertere Übersicht siehe Anhang 1.

Luftfahrzeugtyp	Tierart	Reaktionsart	Referenz
Hängegleiter	Alpengämse	<b>Berner Oberland:</b> RD: Meist höher als FD (ausser am Augstmatthorn, wo RD=FD). FD: Ø 410–780 m, am Männlichen deutlich tiefer (Median 200 m) FS: 40–1200 m, am Männlichen im Winter tief (Median 70 m)  <b>NP Berchtesgaden:</b> RD: 60–500 m FD: 60–460 m FS: keine Angaben	Bögel (2001); Boldt (2007); Ingold (2005); Schnidrig-Petrig (1994)
Helikopter	Alpengämse	<b>Berner Oberland:</b> RD: keine Angaben FD: 150–600 m FS: selten länger als 100 m  <b>NP Berchtesgaden (auch Ultraleichtflugzeuge und Motorflugzeuge):</b> RD: 220–860 m, Median 820 m FD: 200–760 m, Median 600 m FS: keine Angaben  <b>Loferer Steinberge:</b> RD: 750– >1000 m FD: keine Angaben FS: 0–100 m	Bögel (2001); Boldt (2007); Weissgrem & Riegler (2006)
Motorflugzeuge	Alpengämse	FD <600 m	Boldt (2007)
Hängegleiter	Alpensteinbock	RD=FD FD: 50–1550 m, Median 300 m FS: 30–1200 m, Median 650 m Höhendifferenz: 20–500 m, Median 200 m	Ingold (2005); Szemkus et al. (1998)
Helikopter und Motorflugzeuge	Alpensteinbock	RD: 100–680 m, Median 400 m FD: 100–400 m, Median 180 m FS: keine Angaben	Ingold (2005)
Segelflugzeug	Alpensteinbock	RD: 280–800 m, Median 500 m FD: 100–500 m, Median 325 m FS: keine Angaben	Ingold (2005)

Ausserdem unterscheiden sich die verschiedenen Luftfahrzeugtypen teils erheblich im Aussehen, im Flugverhalten, der Geschwindigkeit und der Lärmerzeugung (Boldt, 2007). Für die Erarbeitung von spezifischen Empfehlungen und der Definition von Mindestabständen ist es deshalb unabdingbar, dass die Reaktionen der Tiere separat für jeden Luftfahrzeugtyp erfasst werden, was in den meisten Studien auch entsprechend umgesetzt wird. Wenn jeweils nur ein Luftfahrzeugtyp untersucht wird, ergeben sich bei Vergleichen zwischen verschiedenen Studien bzw. Luftfahrzeugen allerdings die oben erwähnten Probleme mit methodischen und habitatspezifischen Unterschieden.

Erkenntnisse, welche die verschiedenen Studien unabhängig von Tierart (Gämse oder Steinbock) und Luftfahrzeugtyp gemeinsam haben, sind die durch Störungen aus der Luft hervorgerufene Flucht in den Wald bzw. auf die andere Seite des Grates (Bögel, 2001; Boldt, 2005; Hamr, 1988; Schnidrig-Petrig, 1994; Szemkus et al., 1998). Die Tiere scheinen also bevorzugt Deckung aufzusuchen oder sich zumindest aus dem Blickfeld des «Feindes» zu entfernen. Die Reaktionen auf Luftfahrzeuge fielen auch stärker aus, wenn sich die Tiere im Offenland aufhielten als wenn sie sich in Waldnähe aufhielten (Schnidrig-Petrig, 1994; Zeitler, 1995). Ein überraschendes Auftauchen von Luftfahrzeugen führt oft zu besonders heftigen Reaktionen bei Wildhuftieren (Boldt, 2007; Hamr, 1988) und auf ihrer Flucht überwinden sowohl die Gämse wie auch der Steinbock teils grosse Höhendifferenzen (Schnidrig-Petrig, 1994; Szemkus et al., 1998). Dies hat sicher auch mit dem oft steilen und felsigen Lebensraum dieser beiden Wildhuftierarten zu tun. Zumindest bei Gämsen führten Überflüge mit Hängegleitern im Vergleich zu Passierflügen zu stärkeren Reaktionen (Schnidrig-Petrig, 1994). Da es nur wenige Studien mit Steinböcken gibt, bleibt bisher unbeantwortet, ob auch bei Steinböcken die Geissen stärker reagieren als die Böcke und ob äsende Tiere stärker reagieren als liegende, wie dies bei den Gämsen der Fall scheint (Boldt, 2005; Hamr, 1988; Schnidrig-Petrig, 1994).

Obwohl drei Studien keinen oder kaum einen negativen Einfluss von Luftfahrzeugen auf Gämsen bzw. Steinböcke feststellen konnten, geht keine der uns bekannten 13 Studien prinzipiell davon aus, dass im Zusammenhang mit Luftfahrzeugen und Wildtieren keine Konflikte auftreten können. Zeitler (1995) schreibt dazu: «Diese Relativierung bedeutet aber keineswegs eine Verharmlosung, sondern eine Heranführung zu den wirklichen Problemen: Die Wichtigkeit einer Raum- und Zeitordnung für das Drachen- und Gleitschirmfliegen wird erkennbar.» Neben sichtbaren Verhaltensreaktionen können Wildtiere, wie bereits beschrieben, auch mit einer Erhöhung der Herzschlagrate oder einem erhöhten Stresshormonlevel auf Störungen reagieren. Studien zu solchen nicht sichtbaren Reaktionen fehlen aber für die Gämse und den Steinbock.

## **b) Einfluss äusserer Bedingungen**

In den beiden uns bekannten Studien zu den Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Steinböcke (Brambilla & Brivio, 2018; Szemkus et al., 1998) wurden keine zusätzlichen äusseren Parameter erfasst, weshalb die vorliegenden Erkenntnisse lediglich aus Studien mit Gämsen stammen. Hamr (1988) stellte die kürzesten Fluchtdistanzen und -strecken im Winter (Januar – April) und die längsten im Frühsommer (Mai – Juli) fest. Boldt & Ingold (2005) stellten im Winter am Männlichen ebenfalls kürzere Fluchtdistanzen fest als in vergleichbaren Studien im Sommer und vermuten hier deshalb eine reduzierte Empfindlichkeit im Winter oder eine generelle Gewöhnung der Gämsen am Männlichen an den Flugbetrieb. Insgesamt scheint es aber eher naheliegend, dass die Gämse im Winter aus Energiespargründen grundsätzlich bereit sind ein höheres Risiko einzugehen und deshalb eine Flucht länger hinauszögern. Längere Fluchtdistanzen und -strecken im Frühsommer werden von Hamr (1988) mit der Jungenaufzucht in Zusammenhang gebracht; während dieser Zeit sind Gemsgeissen besonders aufmerksam, gehen kaum Risiken ein und flüchten demnach frühzeitig und über weite Strecken.

## **c) Hinweise auf Gewöhnung**

Bezüglich Gewöhnung ergeben sich aus der Literaturrecherche unterschiedliche Ergebnisse und Interpretationen. Gemäss Ingold (2005) kann eine Abnahme der Reaktionsempfindlichkeit nicht einfach auf eine Gewöhnung zurückgeführt werden, weil verschiedenste Faktoren die Reaktionsempfindlichkeit beeinflussen. Zeitler (1995) spricht sich am klarsten für eine Gewöhnung aus, da er bei Gämsen in stark beflogenen Gebieten keine sichtbaren Reaktionen feststellen konnte, wenn die Flugobjekte von den Tieren

wahrgenommen werden konnten. Sogar wenn Hängegleiter überraschend in Distanzen von weniger als 50 m auftauchten, waren die Fluchtstrecken nicht länger als 10–30 m. Er weist dann auch auf die Bedeutung von Deckung auf das Fluchtverhalten hin und schätzt grosse offene Flächen ohne Deckung als am störungsanfälligsten ein. Einige andere Autoren gehen ebenfalls davon aus, dass sich Wildtiere an einen Störreiz gewöhnen können, aber dafür muss eine Störquelle «berechenbar» sein und angestammte Routen (z.B. Wanderweg, Skipiste) nicht verlassen (Hamr, 1988; Weissgrem & Riegler, 2006). Helikopter werden von Bögel (2001) hingegen als sogenannte «Superreize» bezeichnet und aufgrund ihrer Grösse, Lärmerzeugung und Annäherungsgeschwindigkeit scheint eine Gewöhnung wenig plausibel.

Gemäss Schnidrig-Petrig (1994) könnten kürzere Reaktions- und Fluchtdistanzen in verschiedenen Gebieten im Berner Oberland ein Hinweis auf Gewöhnung sein; allerdings könnte der Flugbetrieb auch zu einer Abwanderung von scheueren Individuen geführt haben, zumal sich gemäss Wildhut in diesen Gebieten eine deutliche Abnahme der lokalen Gamsbestände zeigte. Am Augstmatthorn, einem Gebiet mit unregelmässigen Gleitschirmflügen, konnten im Verlauf der dreijährigen Studiendauer (1989-92) jedenfalls keine Hinweise auf eine Abnahme der Reaktionsstärke bei Gämsen festgestellt werden (Ingold, 2005). Und gemäss Boldt (2007) haben sich die Fluchtdistanz und -strecke in diesem Gebiet auch in den darauffolgenden Jahren kaum geändert.

In den beiden Studien mit Steinböcken konnten keine Anzeichen von Gewöhnung in Bezug auf Helikopter (Brambilla & Brivio, 2018) bzw. Hängegleiter (Szemkus et al., 1998) festgestellt werden und auch bei den Steinböcken am Augstmatthorn gab es gemäss Boldt (2007) bis dato «keine Anzeichen auf eine Gewöhnung an Gleitschirme».

## 2.2.2 Greifvögel und Raufusshühner

Zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Vögel existiert mit der Arbeit von Komenda-Zehnder & Bruderer (2002) ebenfalls eine ausführliche Literaturstudie. Die meisten der darin erwähnten Quellen befassen sich jedoch nicht mit unseren Zielarten, sondern insbesondere mit Wasservögeln. Diese wurden naturgemäss weitestgehend in grösseren Ansammlungen in ihren offenen aquatischen Lebensräumen untersucht. Auch Ingold (2005) und Graf (2018) sind zum Schluss gekommen, dass es erstaunlich wenige Untersuchungen über den Einfluss von Luftfahrzeugen auf Vögel im Alpenraum gibt und die wenigen vorhandenen Studien beschränken sich auf die Beschreibung von Beobachtungen ohne konkrete Angabe von Messwerten (Beaud & Beaud, 1995; Jenny, 2010; Mosler-Berger, 1994; Seriot & Blanchon, 1996; White & Sherrod, 1973; Zeitler, 1995), auf Veränderungen in der Raumnutzung (Andersen et al., 1990) oder auf den Bruterfolg (Arroyo & Razin, 2006; Comor et al., 2019; Jenny, 1992). Diese Erkenntnisse teilen auch Komenda-Zehnder & Bruderer (2002), welche in ihrem Bericht festhalten, dass aus methodischen Gründen meist nur die sichtbaren Reaktionen von Individuen erfasst werden, während physiologische Reaktionen (z.B. Ausschüttung von Stresshormonen, Erhöhung der Herzschlagrate) sowie Konsequenzen auf Populationsebene nur selten quantifiziert werden.

### a) Distanzabhängige Reaktionen und Auswirkungen

Im Gegensatz zu den Studien mit Wildhuftieren wurden bei den Studien mit Vögeln im Alpenraum mit einer Ausnahme (Bauernschmitt, 1998) nie Reaktionsdistanzen, Fluchtdistanzen oder Fluchtstrecken als Messgrössen für eine sichtbare Reaktion ermittelt. Beim Steinadler und Bartgeier liessen sich diese Messgrössen nur im nicht-fliegenden Zustand ermitteln (z.B. im Horst) und bei Raufusshühnern gestalten sich solche Messungen wegen ihrer heimlichen Lebensweise deutlich schwieriger und aufwendiger als bei gut beobachtbaren Arten im offenen Gelände (z.B. Wasservögel und Limikolen). Wie bereits erwähnt, beschränken sich viele Studien bei Vögeln auf die Beschreibung von Reaktionen gegenüber Luftfahrzeugen ohne Angabe konkreter Messwerte (Tab. 4).

Steinadler reagieren auf Störungen im Luftraum durch Hängegleiter und Segelflurzeuge häufig mit einem sogenannten Girlandenflug (Abb. 2). Dieses Drohverhalten zeigen territoriale Vögel normalerweise gegenüber arteigenen Eindringlingen (Ingold, 2005). Der Umstand, dass keine Beschreibungen über Girlanden-

flüge bei Helikoptern vorliegen, zeigt, dass Adler solche im Gegensatz zu Hängegleitern und Segelflugzeugen nicht fälschlicherweise für rivalisierende Artgenossen halten. Unter Umständen folgt auf den Girlandenflug ein Angriff der Adler auf das Fluggerät, was für den Vogel immer wieder tödlich endet (Ingold, 2005; Jenny, 2010). Jenny (2010) geht zumindest für den Steinadler jedoch nicht davon aus, dass sich diese kollisionsbedingten Mortalitäten insgesamt negativ auf den vitalen Gesamtbestand dieser Art auswirken.

Beim Bartgeier gibt es im Vergleich zum Steinadler nach unserem heutigen Kenntnisstand keine publizierten Beobachtungen von revieranzeigendem Verhalten oder gar Angriffen gegenüber Luftfahrzeugen. Dies kann damit zu tun haben, dass Bartgeier weniger territorial sind, aber auch, dass sie erst in den letzten Jahren wiederangesiedelt wurden und ihr Bestand im Vergleich zum Steinadler noch klein ist.

**Tab. 4:** Zusammenfassung der gemäss Literaturrecherche wesentlichsten Reaktionen von Steinadlern, Bartgeiern und Raufusshühnern auf Störung durch verschiedene Luftfahrzeuge. Für eine detailliertere Übersicht siehe Anhang 2.

Luftfahrzeugtyp	Tierart	Reaktionsart	Referenz
Hängegleiter	Steinadler	- Girlandenflug, Territorialverhalten, Luftattacken - negativer Einfluss auf Bruterfolg - panikartige Reaktion	Beaud & Beaud (1995); Jenny (1992, 2010); Mosler-Berger (1994); Zeitler (1995)
Helikopter	Steinadler	- Aufmerken, Flucht - negativer Einfluss auf Bruterfolg - Luftattacken - veränderte Raumnutzung	Andersen et al. (1990); Bruderer (1976); Grubb et al. (2010); Jenny (1992); White & Sherrod (1973)
Segelflieger	Steinadler	- Girlandenflug, Territorialverhalten, Luftattacken	Bruderer (1976); Jenny (2010)
Helikopter	Bartgeier	- negativer Einfluss auf Bruterfolg	Arroyo & Razin (2006)
Hängegleiter	Raufusshühner (diverse Arten)	- Flucht - veränderte Raumnutzung - negativer Einfluss auf Bruterfolg	Mosler-Berger (1994); Zeitler (1995)
Motor- & Segelflugzeuge	Birkhuhn & Schneehühner (diverse Arten)	- panikartige Flucht - FD: 300–350 m	Bauernschmitt (1998); Clemens (1990); Pelletier & Krebs (1998)



**Abb. 2:** Skizze des bei Steinadlern typischen revieranzeigenden Girlandenflugs (aus Ingold 2005).

Bei den Raufusshühnern stehen eher die Schreckreaktionen und damit indirekt mögliche negative Auswirkungen auf die Fitness und die Reproduktion im Vordergrund. Thiel et al. (2008) untersuchten zwar den Einfluss von Störungen durch Wintersportaktivitäten und nicht durch Luftfahrzeuge auf Auerhühner, aber ihre Ergebnisse weisen grundsätzlich auf die hohe Störungsempfindlichkeit von Raufusshühnern hin. So stellten Thiel et al. (2008) bei Auerhühnern in Gebieten mit intensiver Wintersportaktivität höhere Fluchtdistanzen, höhere Konzentrationen eines Stresshormon-Metaboliten sowie eine Meidung bestimmter Flächen fest.

Studien an unterschiedlichen Vogelarten belegen in der Regel negative Auswirkungen von Störungen durch Luftfahrzeuge auf den Bruterfolg oder lassen diesen Zusammenhang zumindest vermuten. Generell scheinen Vogelarten in offenen Lebensräumen schneller und stärker auf Störreize zu reagieren als Arten in deckungsreicheren Lebensräumen (Bivings, 1991; Südbeck & Spitznagel, 2001). Nur in 4 von 17 uns bekannten Studien gehen die Autoren bei den von uns definierten Zielarten von keinem oder lediglich einem geringen negativen Einfluss durch Luftfahrzeuge aus. Neben den in Tab. 4 zusammengefassten Reaktionen können sich Störungen aus der Luft negativ auf das Energiebudget einer Tierart auswirken, wenn Energie auf der Flucht verbraucht wird und sich die Zeit für die Nahrungsaufnahme verkürzt. Des Weiteren können potenziell geeignete Habitate aufgrund von Störungen verlassen oder gar nicht erst besiedelt werden. Der erwähnte negative Einfluss auf den Bruterfolg kann sich langfristig negativ auf den Reproduktionserfolg und die Überlebenswahrscheinlichkeit ganzer Populationen auswirken (Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002).

## **b) Einfluss äusserer Bedingungen**

Viele Studien über die Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Vögel sind eher beschreibender Natur und beinhalten keine Angaben über äussere Bedingungen wie Wetter oder Jahreszeit (Bruderer, 1976; Jenny, 2010; Mosler-Berger, 1994; Seriot & Blanchon, 1996). Teilweise wurden quantitative Daten erhoben, aber der Einfluss von äusseren Bedingungen auf die Reaktion gegenüber Luftfahrzeugen wurde ebenfalls nicht explizit betrachtet (Andersen et al., 1990; Ellis et al., 1991; Grubb et al., 2010; Zeitler, 1995).

Arroyo & Razin (2006) und Comor et al. (2019) untersuchten den Einfluss von diversen Störungstypen auf den Bruterfolg beim Bartgeier und weisen darauf hin, dass auch das Wetter einen grossen Einfluss auf den Bruterfolg haben kann, zumal der Bartgeier seine Eier weitestgehend im Winter bebrütet und diese auch in den Französischen Pyrenäen sehr kalt sein können. Allerdings kann Schneefall und schlechtes Wetter die Störungsintensität auch reduzieren, indem gewisse Gebiete dann durch den Menschen nicht mehr oder nur bedingt erreichbar sind. So konnten auch Thiel et al. (2008) bei Auerhühnern während Schlechtwetterphasen geringere Auswirkungen infolge reduzierter Wintersportaktivitäten aufzeigen.

## **c) Hinweise auf Gewöhnung**

Komenda-Zehnder & Bruderer (2002) bezeichnen in der Zusammenfassung ihrer Literaturstudie das Gewöhnungspotential bei Vögeln im Allgemeinen als gross, jedoch wurden dabei kaum alpine Arten betrachtet. Wiederum spielen die Vogelart, der Luftfahrzeugtyp, dessen Flugverhalten sowie die jeweilige Situation der Vögel (u.a. Lebensphase und Lebensraum) eine entscheidende Rolle. Visuelle Reize führen bei Vögeln gemäss Kempf & Hüppop (1996) zu grösserer Beunruhigung als akustische Reize und die Vögel gewöhnen sich offenbar rascher an rein akustische Reize (Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002). Auf der anderen Seite können Störreize auch eine Sensitivierung hervorrufen, das heisst, die Stärke der Reaktion nimmt mit zunehmender Anzahl Störereignisse zu.

Gewöhnungseffekte wurden bei Steinadlern und anderen Greifvogelarten bislang meist im Zusammenhang mit militärischen Flugaktivitäten (Helikopter, Jets und Überschallknall) vermutet, da die Tiere oft nur minimale Reaktionen zeigten und weder vollständig abwanderten noch vermehrt Brutverluste auftraten (Andersen et al., 1990; Ellis et al., 1991; Grubb et al., 2010). Dies scheint aufgrund der bereits erwähnten rascheren Gewöhnung an akustische Reize plausibel. Bei den untersuchten Studiengengebieten handelte es sich zudem um eher flache Lebensräume, wo die Luftfahrzeuge von den Tieren vermutlich bereits früh-

zeitig erkannt werden konnten. Grundsätzlich beurteilen Komenda-Zehnder & Bruderer (2002) das Störpotential von Helikoptern als am grössten gefolgt von Kleinflugzeugen, Militärjets und grossen Transportflugzeugen.

Die wenigen Studien, welche die Auswirkungen von Hängegleitern auf Vögel thematisieren, machen keine Angaben über eine mögliche Gewöhnung oder die Angaben sind uns im Detail zumindest nicht bekannt. Gemäss Mosler-Berger (1994) kann eine Gewöhnung an Hängegleiter durch das unregelmässige Auftreten und die Überraschungseffekte im unübersichtlichen Gelände ausgeschlossen werden. Bei Raufusshühnern ist aufgrund der hohen Störungsempfindlichkeit grundsätzlich eher von einer Sensitivierung als von einer Gewöhnung auszugehen.

## 3. Aktuelle Wissenslücken

### 3.1 Bislang untersuchte Aspekte

Aus der Literaturrecherche (Kapitel 2) konnten zahlreiche Reaktionen von Wildtieren auf Luftfahrzeuge zusammengetragen werden. Dabei fällt auf, dass bei den Wildhuftieren insbesondere Aspekte zu Verhaltensänderungen und zum Fluchtverhalten untersucht wurden, so dass einige konkrete Angaben zu Reaktionsdistanzen, Fluchtdistanzen und Fluchtstrecken vorliegen. Bei den Greifvögeln und Raufusshühnern dagegen liegen hierzu kaum Angaben vor; die bisherigen Untersuchungen fokussierten bei diesen Arten eher auf Aspekte der Raumnutzung, des Abwehr- bzw. Territorialverhaltens sowie des Bruterfolgs.

Allerdings weisen die im Rahmen der verschiedenen Studien untersuchten Reaktionen eine relativ grosse Bandbreite auf, sowohl zwischen Tierartengruppen und Arten wie auch innerhalb einzelner Arten. Diese Unterschiede basieren nach unserer Einschätzung insbesondere auf folgenden Parametern, welche sowohl im Einzelnen wie auch miteinander kombiniert relevant scheinen:

#### 1. Grundlegende Unterschiede in der Reaktionsweise verschiedener Tierarten und Artengruppen.

Konkretes Beispiel: Arten mit gut beobachtbaren Verhaltensreaktionen (z.B. Aufschauen oder Flüchten) vs. Arten mit vorwiegend physiologischen (z.B. erhöhte Herzschlagrate oder Stresshormonspiegel) statt ethologischen Reaktionen vs. Arten ohne erkennbare/messbare Reaktionen.

#### 2. Unterschiedliche Reaktionsempfindlichkeit verschiedener Tierarten und Artengruppen.

Konkretes Beispiel: Gewisse Arten reagieren grundsätzlich empfindlicher auf Störung und weisen deshalb niederschwelliger Reaktionen auf (z.B. längere Reaktions-/Fluchtdistanzen oder Fluchtstrecken).

#### 3. Unterschiedliche Reaktionsempfindlichkeit einzelner Populationen oder Individuen.

Konkretes Beispiel: Aufgrund der äusseren Bedingungen oder infolge Gewöhnung/Sensitivierung reagieren gewisse Populationen oder Individuen empfindlicher oder weniger empfindlich auf Störreize.

#### 4. Methodische Unterschiede zwischen den einzelnen Studien.

Konkrete Beispiele:

- Direkter Anflug vs. vertikaler Überflug vs. horizontaler Vorbeiflug
- (Zu) unterschiedliche experimentelle Distanzklassen
- Unterschiedliches experimentelles Flugverhalten (linear vs. nicht-linear)
- Unterschiedliche Luftfahrzeuge: Typ, Grösse, Farbe, Muster, Lärmemission
- Unterschiedliche Lebensräume, Jahreszeiten etc.

Aufgrund der Komplexität dieser vier grundlegenden Parameter und deren Kombinationen scheint es schwierig, allgemeingültige Schwellenwertdefinitionen zum Schutz von Wildtieren vor Störung durch Luftfahrzeuge zu definieren. Generelle Schwellenwertangaben sind demnach höchstens als grobe allgemeine Richtwerte anwendbar und können von den effektiven Gegebenheiten im konkreten Fall – je nach Tierart, Population und Gebiet – deutlich abweichen.

### 3.2 Weitere, bislang kaum untersuchte Aspekte

Ausgehend vom bisherigen fachlichen Kenntnisstand (siehe Kapitel 2 und Kapitel 3.1) listen wir im Folgenden die wesentlichsten aktuellen Wissenslücken zu den in der Einleitung (Kapitel 1) erwähnten Fragestellungen auf. Dabei unterscheiden wir zwischen generellen Wissenslücken bezüglich der Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Wildtiere im Allgemeinen sowie spezifischen Wissenslücken für bestimmte Artengruppen.

### **3.2.1 Wildtiere generell**

- Bedeutung des Lebensraumverlusts (direkt/indirekt) infolge Störung durch Luftfahrzeuge
- Untersuchung von Langzeiteffekten, insbesondere im Hinblick auf populationsbiologisch relevante Aspekte (v.a. Kondition, Konstitution, Reproduktionserfolg, Überlebensraten)
- Möglichkeiten und Grenzen der Gewöhnung (Habituation) gegenüber Luftfahrzeugen
- Nachweis von Sensitivierung gegenüber Luftfahrzeugen und konkrete Auswirkungen davon
- Auswirkungen von vergleichbaren Luftfahrzeugen mit unterschiedlichen Muster- und Farbkombinationen auf die Reaktionsintensität von Wildtieren
- Wirkungsnachweis von Massnahmen zum Schutz von Wildtieren vor negativen Einflüssen durch Luftfahrzeuge

### **3.2.2 Wildhuftiere**

- Physiologische Auswirkungen infolge Störung durch Luftfahrzeuge
- Störungspotenzial von Luftfahrzeugen für Wildhuftiere in bewaldeten Lebensräumen

### **3.2.3 Greifvögel**

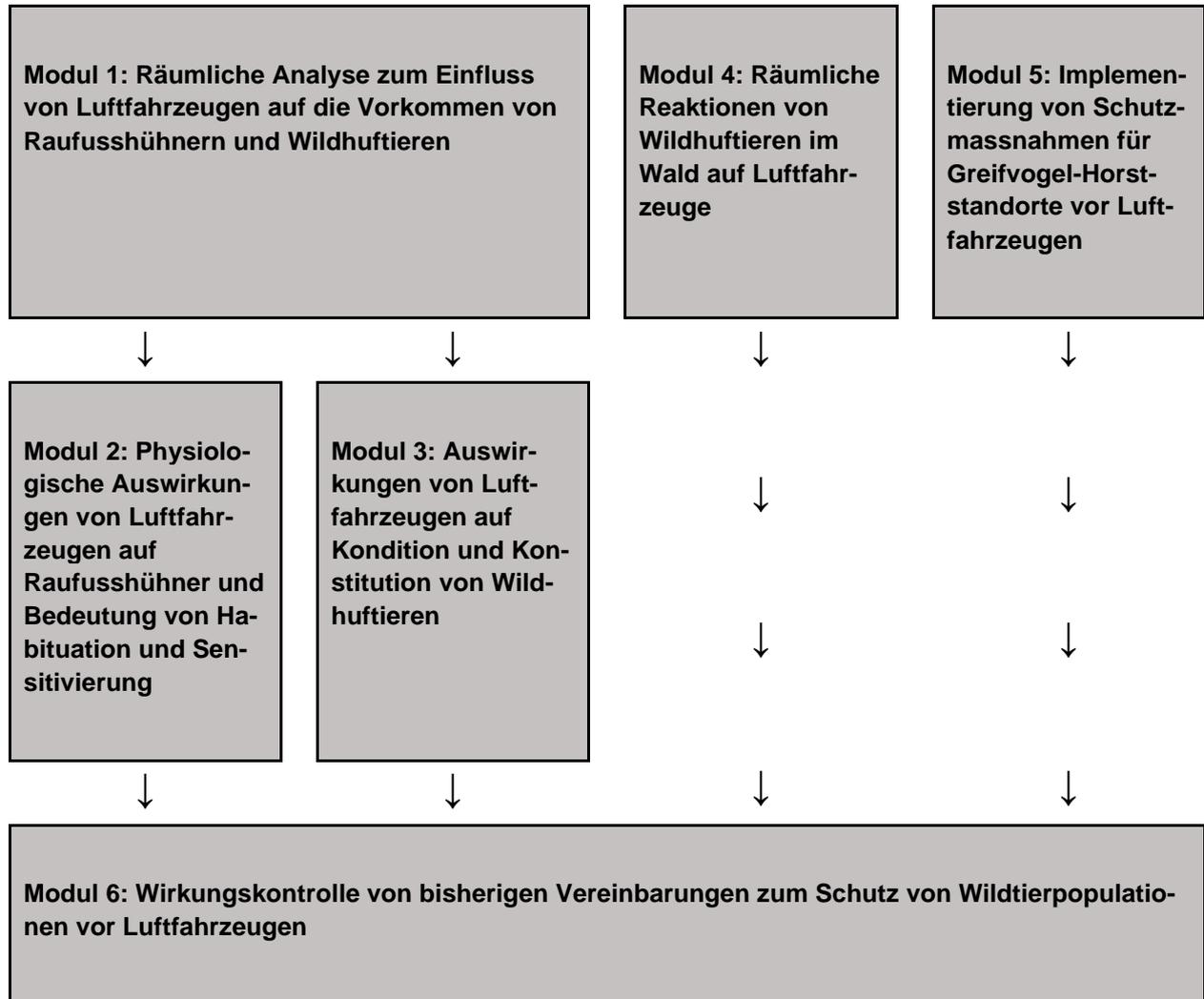
- Reaktionsdistanzen aufgrund von Störung durch Luftfahrzeuge
- Möglichkeiten des räumlich punktuellen Schutzes von Adler-, Bartgeier-, Uhuhorsten

### **3.2.4 Raufusshühner**

- Veränderung der Raumnutzung und/oder Abwanderung infolge Störung durch Luftfahrzeuge
- Physiologische Auswirkungen infolge Störung durch Luftfahrzeuge
- Sensitivierung aufgrund von Störung generell sowie spezifisch aufgrund von Luftfahrzeugen

## 4. Empfehlungen für Folgestudien

Basierend auf den aktuellen Wissenslücken (siehe Kapitel 3.2) schlagen wir in Absprache mit den Auftraggebern nachfolgend insgesamt 6 Module für Folgestudien vor. Diese Module stehen teilweise in direktem Bezug zueinander, was bei deren Umsetzung bezüglich Abfolge und Priorisierung berücksichtigt werden muss (Abb. 3).



**Abb. 3:** Matrix der 6 vorgeschlagenen Studienmodule zur Schliessung der wesentlichsten Wissenslücken zu den Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Wildtiere.

### 4.1 Räumliche Analyse zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf die Vorkommen von Raufusshühnern und Wildhuftieren

Hintergrund: Bislang zielten die meisten Störungsstudien auf relativ gut beobachtbare, eher unmittelbare Reaktionen ab, wohingegen die längerfristigen Auswirkungen verschiedener Störreize auf Populationsebene kaum untersucht sind. Dies gilt insbesondere auch für Untersuchungen über den langfristigen Einfluss von Luftfahrzeugen auf Raufusshühner und Wildhuftiere. Zudem bestehen Wissenslücken zur Charakterisierung besonders sensibler Lebensräume mit hohem (saisonaalem) Konfliktpotenzial zwischen Luftfahrzeugen und Wildtieren.

Fragestellungen:

- Hat sich die räumliche Verbreitung von Raufusshühnern und Wildhuftieren in der Schweiz aufgrund der Flugintensität in der Vergangenheit längerfristig verändert?
- Welchen Einfluss auf das Vorkommen von Raufusshühnern und Wildhuftieren haben Luftfahrzeuge im Vergleich zu anderen Freizeitnutzungen?
- Wo befinden sich Gebiete mit besonders hohem Konfliktpotenzial zwischen Luftfahrzeugen und Wildtieren und wie lassen sich diese räumlich charakterisieren?

Prioritäre Zielarten: Schneehuhn, Birkhuhn, Steinbock, Gämse

Versuchsdesign: Räumliche Analyse anhand von Langzeitdaten zum Vorkommen von Schneehuhn, Birkhuhn, Steinbock und Gämse in der Schweiz. Unterteilung in Gebiete ohne Flugbetrieb vs. Gebiete mit zunehmendem Flugbetrieb vs. Gebiete mit abnehmendem Flugbetrieb vs. Gebiete mit stetig hohem Flugbetrieb in den letzten 20-30 Jahren. Grundlagendaten zur Verbreitung der Raufusshühner: z.B. Atlasquadrate der Schweizerischen Vogelwarte. Grundlagendaten zur Verbreitung der Wildhuftiere: z.B. Nachweise in der Schweizerischen Faunadatenbank infofauna. Grundlagendaten zum Flugbetrieb: z.B. Rohdaten der «XContest»-Plattform für Gleitschirmflieger und nach Möglichkeit entsprechende Grundlagen für Segelflugzeuge und motorisierte Luftfahrzeuge. Grundlagendaten zu anderen Freizeitnutzungen: z.B. Wegnetzdicke gemäss Swisstopo. Verifizierung der generierten Resultate anhand von qualitativen Umfragen bei Fachpersonen (v.a. Wildhüter, Ornithologen, Gleitschirmflieger) in ausgewählten Gebieten.

Mögliche Studiengebiete: Für räumliche Analyse grossräumige Betrachtung basierend auf Grundlagen für die ganze Schweiz. Qualitative Umfragen in ausgewählten Gebieten.

## **4.2 Physiologische Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Raufusshühner und Bedeutung von Habituation und Sensitivierung**

Hintergrund: Viele Störungsstudien bei Vögeln zielten bislang auf mehr oder weniger direkt beobachtbare Verhaltens- und Brutaspekte ab, wohingegen die Auswirkungen auf innere Prozesse wie beispielsweise den Stresshormonhaushalt bei vielen Arten kaum untersucht sind. Zudem ist generell wenig bekannt über die Bedeutung der Habituation und Sensitivierung von Wildtieren gegenüber Störung durch Luftfahrzeuge.

Fragestellungen:

- Wie beeinflussen unterschiedliche Flugintensitäten den Stresshormonhaushalt von Raufusshühnern?
- Welche Möglichkeiten und Grenzen der Habituation gegenüber Luftfahrzeugen bestehen bei Raufusshühnern?
- Ist bei Raufusshühnern eine Sensitivierung gegenüber Luftfahrzeugen nachweisbar und welche möglichen Folgen bringt diese mit sich?

Prioritäre Zielarten: Schneehuhn, Birkhuhn

Versuchsdesign: Untersuchung von Glucocorticoid-Metaboliten im Kot der Zielarten in ausgewählten Gebieten mit einer unterschiedlichen Entwicklung der Flugintensität (gemäss Modul 1 Gebiete ohne Flugbetrieb vs. Gebiete mit zunehmendem Flugbetrieb vs. Gebiete mit abnehmendem Flugbetrieb vs. Gebiete mit stetig hohem Flugbetrieb in den letzten 20-30 Jahren). Bei der Auswahl der Studiengebiete sind die Vorkommen und die Entwicklung anderer anthropogener Störungseinflüsse mitzubedenken. Ergänzend können tierartenspezifische Aspekte der Habituation und Sensitivierung gutachtlich-systematisch bei ausgewiesenen Experten eingeholt werden.

Mögliche Studiengebiete: Ausgewählte Gebiete, die gemäss Modul 1 unterschiedliche Entwicklungen der Flugintensität erfahren haben, einen systematischen Vergleich zulassen und in denen Störung durch Luftfahrzeuge bestmöglich abgegrenzt werden können von anderen anthropogenen Störungseinflüssen.

### **4.3 Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Kondition und Konstitution von Wildhuftieren**

Hintergrund: Bisherige Studien untersuchten meist relativ gut beobachtbare, eher unmittelbare Reaktionen von Wildhuftieren auf Störreize. Dagegen bestehen bedeutende Wissenslücken über die längerfristigen Auswirkungen auf Individuen und Populationen, insbesondere auch infolge Störung durch Luftfahrzeuge. Auch über die Habituation oder Sensitivierung von Wildhuftieren gegenüber Störung durch Luftfahrzeuge ist kaum etwas bekannt.

#### Fragestellungen:

- Wie beeinflussen unterschiedliche Flugintensitäten die Kondition und Konstitution von Wildhuftieren?
- Können aufgrund unterschiedlicher Flugintensitäten und Luftfahrzeugtypen kritische Schwellenwerte für einzelne Arten definiert werden?
- Gibt es in ausgewählten Gebieten Hinweise auf eine mögliche Habituation oder Sensitivierung von Wildhuftieren gegenüber Luftfahrzeugen?

Prioritäre Zielarten: Steinbock, Gämse

Versuchsdesign: Vergleichende biometrische Studie mittels Konditions- und Konstitutionsmassen in Gebieten mit einer unterschiedlichen Entwicklung der Flugintensität (gemäss Modul 1 Gebiete ohne Flugbetrieb vs. Gebiete mit zunehmendem Flugbetrieb vs. Gebiete mit abnehmendem Flugbetrieb vs. Gebiete mit stetig hohem Flugbetrieb in den letzten 20-30 Jahren). Ergänzend qualitative Umfragen bei Fachpersonen (v.a. Wildhüter, Ornithologen) zur Habituation und Sensitivierung von Wildhuftieren in ausgewählten Gebieten.

Mögliche Studiengebiete: Ausgewählte Gebiete, die gemäss Modul 1 unterschiedliche Entwicklungen der Flugintensität erfahren haben, einen systematischen Vergleich zulassen und in denen Störung durch Luftfahrzeuge bestmöglich abgegrenzt werden können von anderen anthropogenen Störungseinflüssen.

### **4.4 Räumliche Reaktionen von Wildhuftieren im Wald auf Luftfahrzeuge**

Hintergrund: Bisherige Studien zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Wildhuftiere wurden weitgehend in offenen Lebensräumen ausserhalb des Walds durchgeführt. Das Störungspotenzial von Luftfahrzeugen über bewaldeten Gebieten und die möglichen Reaktionen von Wildtieren darauf sind dagegen kaum erforscht.

#### Fragestellungen:

- Welche räumlichen Reaktionen zeigen Wildhuftiere in bewaldeten Lebensräumen bei einem Überflug durch Luftfahrzeuge?
- Welche Parameter beeinflussen die räumliche Reaktion von Wildhuftieren aufgrund von Störung durch Luftfahrzeuge?

Prioritäre Zielarten: Gämse, Rothirsch

Versuchsdesign: Überflug besendeter Wildhuftiere in bewaldeten Lebensräumen, beispielsweise durch Gleitschirm, Helikopter oder Kleinflugzeug. Beschreibung der räumlichen Reaktion anhand von Telemetriedaten der besenderten Individuen. Hinweis: Im Rahmen einer Telemetriestudie der ZHAW, des Kantons Wallis und des BAFU sind im Gebiet Aletsch-Goms voraussichtlich noch bis im Frühjahr 2021 einige Rothirsche am Sender, welche nach weiteren Abklärungen allenfalls für entsprechende Störungsexperimente verwendet werden können. Als Alternative zu unmittelbaren Störungsexperimenten können Raumnutzungsdaten von besenderten Tieren allenfalls auch retrospektiv in Bezug zu dokumentierten Flugbewegungen (z.B. von Helikoptern) analysiert werden.

Mögliche Studiengebiete: Bewaldete Gebiete mit besenderten Gämsen oder Rothirschen (nach Möglichkeit synergistische Nutzung von bereits laufenden Telemetriestudien).

## 4.5 Implementierung von Schutzmassnahmen für Greifvogel-Horststandorte vor Luftfahrzeugen

Hintergrund: Für den Schutz der potenziell sensiblen Greifvögel vor Störung durch Luftfahrzeuge während der Horstvorbereitung, Brutzeit und Jungenaufzucht fehlen in der Schweiz einheitliche Praxisgrundlagen ebenso wie raumbasierte Schutzkonzepte.

Fragestellungen:

- An welchen Standorten und bei welchen Greifvogelarten besteht prioritärer Handlungsbedarf?
- Mit welchen Massnahmen lassen sich Horststandorte von Greifvögeln zielführend schützen?
- Wie können diese Massnahmen räumlich und zeitlich durch ein einheitliches Konzept umgesetzt werden?

Prioritäre Zielarten: Steinadler, Bartgeier, Uhu

Versuchsdesign: Gutachtlich-konzeptionelle Studie in enger Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Vogelwarte, ggf. ergänzt durch experimentelle Beobachtungen an geeigneten Horststandorten in ausgewählten Kantonen. Als erstes muss der räumliche und artspezifische Handlungsbedarf abgeklärt werden. Anschliessend können konkrete Massnahmen definiert und nach Möglichkeit erprobt werden. Eine besondere konzeptionelle Herausforderung bildet die Handhabung unterschiedlicher Luftfahrzeuge, insbesondere der Umgang mit Gleitschirmfliegern vs. Helikoptern.

Mögliche Studiengebiete: Je nach Verlauf der Studie verschiedene Gebiete bzw. Horststandorte.

## 4.6 Wirkungskontrolle von bisherigen Vereinbarungen zum Schutz von Wildtierpopulationen vor Luftfahrzeugen

Hintergrund: In der Schweiz wurden in den letzten Jahren auf freiwilliger Basis zahlreiche Vereinbarungen zum Schutz von Wildtieren vor den potenziell negativen Auswirkungen durch Luftfahrzeuge getroffen. Bislang fand jedoch keine systematische Wirkungskontrolle dieser Schutzvereinbarungen statt.

Fragestellungen:

- Welche der bisherigen freiwilligen Vereinbarungen zum Schutz von Wildtieren vor Luftfahrzeugen zeigen Wirkung, welche nicht?
- Hat die gebietsspezifische Flugintensität nach der Implementierung von Schutzvereinbarungen abgenommen?

- Weisen Raufusshühner in Gebieten mit Schutzvereinbarungen vergleichsweise niedrigere Stresshormonkonzentrationen auf?
- Weisen Wildhuftiere in Gebieten mit Schutzvereinbarungen vergleichsweise bessere Konditions- und Konstitutionsmasse auf?
- Weisen Greifvögel in Gebieten mit Schutzverordnungen einen höheren Reproduktionserfolg auf?
- Welche Parameter sind entscheidend für eine wirkungsvolle Umsetzung von Schutzgebietsvereinbarungen?

Prioritäre Zielarten: Schneehuhn, Birkhuhn, Steinbock, Gämse

Versuchsdesign: Vergleich zwischen Gebieten, in denen in den letzten Jahren Schutzvereinbarungen getroffen wurden vs. Gebiete ohne entsprechende Schutzvereinbarungen und stetig hohem Flugbetrieb in den letzten 20-30 Jahren.

Mögliche Studiengebiete: Vergleichbare Gebiete mit und ohne Schutzvereinbarungen.

## 5. Empfehlungen für Management und Artenschutz

### 5.1 Rechtsgrundlagen und Richtlinien

In der Schweiz ist es gemäss der Aussenlandeverordnung (AuLaV) allen zivilen, bemannten Luftfahrzeugen, wozu auch Hängegleiter und Segelflugzeuge zählen, verboten, in Kernzonen von Nationalparks, Wasser- und Zugvogelreservaten, Eidg. Jagdbanngebieten, Mooren und Auen zu starten oder zu landen. Ein Überfliegen ist erlaubt, aber im Gegensatz zu motorisierten Luftfahrzeugen und Segelflugzeugen gelten für Hängegleiter keine Minimalflughöhen über Schutzgebieten, weil sie zu den Luftfahrzeugen besonderer Kategorie zählen und ihr Betrieb demnach in der Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK) geregelt ist. Für motorisierte Luftfahrzeuge und Segelflugzeuge gelten die gesetzlichen Minimalflughöhen gemäss der offiziellen Luftfahrtkarte ICAO. In dieser sind der Schweizerische Nationalpark und die Gebiete «Weissmies», «Binntal», «Adula/Greina/Medels/Vals» und «Derborence» explizit als «zu meidende Zonen» eingezeichnet. Gemäss der Legende der Luftfahrtkarte müsste es auch «Reservate mit Mindestflughöhen» geben, aber solche konnten von uns nicht ausfindig gemacht werden. Laut Bruderer & Komenda-Zehnder (2005) gilt im Schweizerischen Nationalpark als einzigem Naturschutzreservat zudem die Einschränkung «Überflug nur in grosser Höhe», aber auch dies konnte von uns in der aktuellen Luftfahrtkarte weder bestätigt werden noch fanden wir konkrete numerische Angaben dazu.

In verschiedenen Rechtsgrundlagen zum Natur- und Umweltschutz (u.a. NHG, JSG & VEJ) wie auch in gebietsbezogenen Schutzverordnungen wird der Schutz der Tierwelt vor Störung verlangt. Für den effektiven Erlass von Einschränkungen des Luftverkehrs ist das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) zuständig. Insgesamt laufen somit sämtliche relevanten Rechtsgrundlagen für die Umsetzung von Schutzmassnahmen zugunsten der Wildtiere und ihrer Lebensräume am Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) zusammen. Bezüglich des Schutzes von Wildtieren vor Luftfahrzeugen wurden bislang weitestgehend einvernehmliche Lösungen in Form von freiwilligen Vereinbarungen umgesetzt, wohingegen Verbote kaum verfügt wurden. Diese Vorgehensweise entspricht dem in Art. 23 der AuLaV postulierten Grundsatz, wonach «das BAZL und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) die gesamtschweizerischen Hängegleiterverbände bei der Erarbeitung von freiwilligen Betriebsregeln zum Schutz der Natur unterstützen». Mit freiwilligen Vereinbarungen statt Verboten soll letztlich eine möglichst hohe Akzeptanz der Massnahmen gewährleistet werden.

### 5.2 Massnahmen zugunsten des Wildtierschutzes gemäss Literatur

Zum Schutz von Wildtieren vor Störung durch Luftfahrzeugen listen Bruderer & Komenda-Zehnder (2005) grundsätzlich folgende Möglichkeiten auf:

- Überflugverbote
- Minimalflughöhen
- Saisonale Einschränkungen des Flugbetriebs
- Freiwillige Flugregeln

Ein gänzlicher Ausschluss der Störwirkung von Luftfahrzeugen kann gemäss Komenda-Zehnder & Bruderer (2002) nur erfolgen, wenn Schutzzonen mit vollständigem Flugverbot durchgesetzt werden. Für eine Reduktion der Störwirkung postulieren sie in sensiblen Gebieten minimale Flughöhen sowie seitliche Minimaldistanzen (Schutzgürtel). Zudem empfehlen sie, für den An- und Abflug immer dieselben linearen Routen zu wählen, damit das Auftreten von Störreizen für die Tiere kalkulierbar wird.

Gemäss Bruderer & Komenda-Zehnder (2005) ist der Schutz gefährdeter oder verletzlicher Arten in der Regel über den Gebietsschutz anzustreben. In speziellen Fällen kann auch der Schutz empfindlicher Arten gegen Störungen durch Helikopter oder andere Luftfahrzeuge nötig sein. Zusammenfassend werden für den Gebietsschutz bei Vögeln Minimalflughöhen von 450 m für Helikopter und 300 m für übrige Luft-

fahrzeuge empfohlen (einschliesslich Pufferzonen von 500 m um diese Gebiete). Wo generelle Einschränkungen nicht möglich bzw. nicht wirksam sind, empfehlen Bruderer & Komenda-Zehnder (2005) die Erarbeitung von auf die lokalen Bedürfnisse ausgerichteten Vereinbarungen.

### 5.3 Ergänzende Überlegungen zu Massnahmen zugunsten des Wildtierschutzes

Betreffend den Schutz von Wildtieren und Wildtierlebensräumen vor potenziell negativen Einflüssen durch Luftfahrzeuge scheinen derzeit noch einige Fragen offen, was zumindest teilweise auch auf die bestehenden Wissenslücken in dieser Thematik zurückzuführen sein dürfte. Für die Implementierung von Schutzmassnahmen erachten wir grundsätzlich eine differenzierte Betrachtungsweise als zielführend, in welcher für jedes Gebiet die tatsächlich vorhandenen Schutz-Nutzungskonflikte systematisch dargelegt, spezifische Lösungsansätze erarbeitet und praktikable Wirkungskontrollen anvisiert werden.

Aus wildtierökologischer Sicht sind in diesem Prozess unter anderem die in einem Gebiet effektiv (und allenfalls auch potenziell) vorkommenden Wildtierarten zu berücksichtigen, deren Schutzstatus, Störungsempfindlichkeit sowie Populationszustand. Bedeutsam ist hierbei eine zielartenspezifische Rücksichtnahme insbesondere während den sensiblen Jahresphasen der Paarungs-, Brut-, Setz- bzw. Jungenaufzuchtzeit. Auch sozioökonomische Aspekte können für den Schutz von Wildtieren relevant sein, beispielsweise als jagdlich genutzte Ressource oder als touristisches Erlebnisangebot. Bei der Erarbeitung von Schutzbestimmungen sollten neben dem Einfluss von Luftfahrzeugen aber stets auch andere anthropogene Nutzungsformen mitberücksichtigt werden.

Generelle Überflugverbote für sämtliche Luftfahrzeugtypen und Flughöhen sind in der Praxis vermutlich kaum umsetzbar. Hingegen können Minimalflughöhen in bestimmten Gebieten und unter bestimmten Umständen eine sinnvolle Schutzmassnahme für Wildtiere darstellen, insbesondere wenn die Minimalflughöhen spezifisch für Luftfahrzeugtypen ausgeschieden werden. Die Ausscheidung von Schutzgürteln zur Einhaltung von seitlichen Minimaldistanzen kann punktuell ebenfalls zielführend sein, beispielsweise zum Schutz sensibler Horststandorte. Jedoch sind solche Schutzgürtel beispielsweise für Hängegleiter aufgrund von limitierten Orientierungsmöglichkeiten in der Praxis nur schwer einzuhalten (mündl. Mitteilung N. Eicher, 25.08.2020).

Die rechtsverbindliche Ausscheidung von Massnahmen zum Schutz von Wildtieren vor negativen Einflüssen durch Luftfahrzeuge kann in bestimmten Fällen zielführend sein. Für einen effektiven Wildtierschutz sind letztlich jedoch die Akzeptanz und, darauf basierend, die tatsächliche Einhaltung von Schutzbestimmungen entscheidend. Unter diesem Aspekt können freiwillige Vereinbarungen insbesondere für Hängegleiter und Helikopter häufig wirkungsvoller sein als erlassene Verbote. Grundsätzlich sind in einem ersten Schritt deshalb einvernehmliche Lösungen zu prüfen, bevor rechtsverbindliche Schritte anvisiert werden.

Im Sinne einer Partizipation dürfte die Mitwirkung von tangierten Luftfahrtorganisationen bei der Ausarbeitung von rechtsverbindlichen Schutzmassnahmen sinnvoll sein. Bei der Ausarbeitung von freiwilligen Vereinbarungen ist die Mitwirkung von tangierten Luftfahrtorganisationen dagegen zwingend. Leider fehlen derzeit jedoch einfache und umsetzbare Anleitungen zur Ausarbeitung von solchen freiwilligen Vereinbarungen. Diese würden letztlich eine gewisse Standardisierung bei der Implementierung freiwilliger Schutzmassnahmen gewährleisten.

Für die breite Umsetzung von Wildtierschutzmassnahmen müssen Luftsporttreibende und Piloten dann in geeigneter Form und mit attraktiven Mitteln informiert werden. Zudem sollen die getroffenen Massnahmen durch beidseitige Wirkungskontrollen immer wieder überprüft werden, so dass deren Effektivität sowohl aus Sicht der Luftfahrtorganisationen wie auch aus Sicht des Wildtierschutzes belegt werden kann.

## 6. Literaturverzeichnis

- Andersen, D. E., Rongstad, O. J., & Mytton, W. R. (1990). Home-range changes in raptors exposed to increased human activity levels in Southeastern Colorado. *Wildlife Society Bulletin*, 18(2), 134-142.
- Arroyo, B., & Razin, M. (2006). Effect of human activities on bearded vulture behaviour and breeding success in the French Pyrenees. *Biological Conservation*, 128(2), 276-284.
- Bauernschmitt, G. (1998). *Luftsport im Biosphärenreservat Rhön*. Nürnberg: Planungsbüro Grebe, Landschafts- & Ortsplanung.
- Beaud, P., & Beaud, J. M. (1995). Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) et parapentes. *Nos Oiseaux*, 43, 243-245.
- Bivings, A. E. (1991). Vorteile und Grenzen des Einsatzes funkgesteuerter Kleinflugzeuge zur Vergrämung von Vögeln. *Vögel und Luftverkehr*, 11, 34-38.
- Bögel, R. (2001). Lebensraumsprüche der Gemse in Wechselwirkung zu Waldentwicklung und Tourismus im Nationalpark Berchtesgaden untersucht mit telemetrischen Methoden. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- Bögel, R., & Härer, G. (2002). Reactions of chamois to human disturbance in Berchtesgaden National Park. *Pirineos*, 157, 65-80.
- Boldt, A. (2005). Gämsern und Hängegleiter – Synthese der Wild-Tourismus-Daten in den Regionen Männlichen & Augstmatthorn. Bern: WildARK.
- Boldt, A. (2007). Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Säugetiere – Literaturstudie. Gurbrü: FaunAlpin GmbH.
- Boldt, A., & Bieri, K. (2005). Reaktionsempfindlichkeit der Gämsern am Männlichen – Fluchtdistanzen bezüglich Gleitschirme im Sommer. Bericht z.Hd. des BUWAL. Bern: WildARK.
- Boldt, A., & Ingold, P. (2005). Effects of air traffic, snow cover and weather on altitudinal short-term and medium-term movements of female Alpine chamois *Rupicapra rupicapra* in winter. *Wildlife Biology*, 11(4), 351-362.
- Brambilla, A., & Brivio, F. (2018). Assessing the effects of helicopter disturbance in a mountain ungulate on different time scales. *Mammalian Biology*, 90, 30-37.
- Brendel, U. M., Eberhardt, R., & Wiesmann, K. (2002). Conservation of the Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in the European Alps – A combination of education, cooperation, and modern techniques. *Journal of Raptor Research*, 36, 20-24.
- Bruderer, B. (1976). Unter welchen Umständen greifen Steinadler *Aquila chrysaetos* Flugzeuge an? *Ornithologischer Beobachter*, 73, 29-30.
- Bruderer, B., & Komenda-Zehnder, S. (2005). Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Schlussbericht mit Empfehlungen. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Clemens, T. (1990). Birkwild. Moorschutz = Artenschutz. Ein Pilotprojekt in Niedersachsen. Ein Pilotprojekt in Niedersachsen. Otterndorf: Niederelbe-Verlag.
- Comor, V., Poulin, N., & Boos, M. (2019). Similar breeding success of bearded vultures in disturbed and undisturbed areas shows evidence of adaptation capabilities. *Human-wildlife interactions*, 13(3), 459-473.
- Ellis, D. H., Ellis, C. H., & Mindell, D. P. (1991). Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms. *Environmental Pollution*, 74, 53-83.
- Enggist-Düblin, P., & Ingold, P. (2003). Modelling the impact of different forms of wildlife harassment, exemplified by a quantitative comparison of the effects of hikers and paragliders on feeding and space use of chamois *Rupicapra rupicapra*. *Wildlife Biology*, 9(1), 37-45.
- Georgii, B., & Elmayer, K. (2002). Freizeit und Erholung im Karwendel – naturverträglich. Ein EU-Interreg II Projekt. München und Innsbruck: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Umweltschutz.

- Glauser, A., & Reusser, N. (2019). Freizeitnutzung in EJBG / Kanton Bern – Hängegleiter und Wildtiere – Zwischenbericht. Münsingen und Thun: Jagdinspektorat des Kantons Bern und IMPULS AG.
- Graf, O. (2018). Freizeitaktivitäten in der Natur. Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und des Vereins Natur & Freizeit. Bern.
- Grubb, T. G., Delaney, D. K., Bowerman, W. W., & Wierda, M. R. (2010). Golden Eagle Indifference to Heli-Skiing and Military Helicopters in Northern Utah. *Journal of Wildlife Management*, 74(6), 1275-1285.
- Hamr, J. (1988). Disturbance Behaviour of Chamois in an Alpine Tourist Area of Austria. *Mountain Research and Development*, 8(1), 65-73.
- Ingold, P. (2005). Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere – Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier. Mit einem Ratgeber für die Praxis. Bern: Haupt.
- Ingold, P., Bächler, E., Enggist-Düblin, P., Fankhauser, T., Gander, H., Lederer, B., . . . Ruppen, C. (1997). *Tourismus / Freizeitsport und Wildtiere – Schlussbericht Projekt "Tourismus und Wild" 1994-1997*. Unveröffentlichter Bericht. Universität Bern. Bern.
- Ingold, P., Boldt, A., Bächler, E., Enggist, P., von Arx, M., & Willisich, C. (2002). *Tourismus und Wild – Schlussbericht 1997-2002*. Bericht z.Hd. des BUWAL. Bern: AEN.
- Ingold, P., Huber, B., Neuhaus, P., Mainini, B., Marbacher, H., Schnidrig-Petrig, R., & Zeller, R. (1993). *Tourismus und Freizeitsport im Alpenraum – ein gravierendes Problem für Wildtiere?* *Revue Suisse de Zoologie*, 100(3), 529-545.
- Ingold, P., Schnidrig-Petrig, R., Marbacher, H., Pfister, U., & Zeller, R. (1996). *Tourismus/Freizeitsport und Wildtiere im Schweizer Alpenraum*. BAFU Schriftenreihe Umwelt Nr. 262. Bern.
- Jenny, D. (1992). Bruterfolg und Bestandsregulation einer alpinen Population des Steinadlers *Aquila chrysaetos*. *Der Ornithologische Beobachter*, 89(1), 1-43.
- Jenny, D. (2010). Kollisionen zwischen Steinadlern *Aquila chrysaetos* und Flugzeugen in den Alpen. *Der Ornithologische Beobachter*, 107(2), 101-110.
- Kempf, N., & Hüppop, O. (1996). Auswirkungen von Fluglärm auf Wildtiere: ein kommentierter Überblick. *Journal für Ornithologie*, 137, 101-113.
- Klaassen, B. (1993). *Auswirkungen von Drachen- und Gleitschirmfliegern auf Wildtiere am Wallberg*. Diplomarbeit, Fachhochschule für Forstwirtschaft Weihenstephan.
- Komenda-Zehnder, S., & Bruderer, B. (2002). *Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Literaturstudie*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Lambertucci, S. A., Shepard, E. L. C., & Wilson, R. P. (2015). Human-wildlife conflicts in a crowded airspace. *Science*, 348(6234), 502-504.
- Mosler-Berger, C. (1994). *Störung von Wildtieren: Umfrageergebnisse und Literaturlauswertung*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.
- Müller, F. (1996). «Störung» von Bodenbrütern durch Flugobjekte. Beispiel Rebhuhn. *Acta Ornithologica*, 3, 311-313.
- Müller, J. (1999). *Inwiefern beeinflusst der Flugbetrieb die Verteilung der Gämsen (Rupicapra r. rupicapra) am Männlichen?* Diplomarbeit, Universität Bern.
- Pachlatko, T. (1980). *Aktivitätsmuster, Ortswahl, Standortwahl und Gruppenstruktur bei individuell markierten Gemsen in zwei Geiss-Jungtier-Rudeln*. Diplomarbeit, Universität Zürich.
- Pelletier, L., & Krebs, C. J. (1998). Evaluation of aerial surveys of ptarmigan *Lagopus* species. *Journal of Applied Ecology*, 35, 941-947.
- Ruddock, M., & Whitfield, D. P. (2007). *A Review of Disturbance Distances in Selected Bird Species*. Inverness: Scottish Natural Heritage.
- Schnidrig-Petrig, R. (1994). *Modern Icarus in wildlife habitat: Effects of paragliding on behaviour, habitat use and body condition of chamois (Rupicapra r. rupicapra)*. Dissertation, Universität Bern.

- Schnidrig-Petrig, R. (1995). Der moderne Ikarus – eine Gefahr für Wildtiere. BUWAL-Bulletin Nr. 41-43. Bern.
- Schnidrig-Petrig, R., & Ingold, P. (1995). Auswirkungen des Gleitschirmfliegens auf Verhalten, Raumnutzung und Kondition von Gemsen *Rupicapra rup. rupicapra* in den Schweizer Alpen: Übersicht über eine dreijährige Feldstudie. *Ornithologischer Beobachter*, 92, 237-240.
- Schnidrig-Petrig, R., & Ingold, P. (2001). Effects of paragliding on alpine chamois *Rupicapra rupicapra rupicapra*. *Wildlife Biology*, 7(4), 285-294.
- Seriot, J., & Blanchon, J.-J. (1996). Étude relative à l'impact sur l'avifaune du survol des réserves naturelles de montagne par des aéronefs. Ministère de l'Environnement - Direction de la Nature et des Paysages.
- Sommer, R. (2002). Gebietsnutzung von weiblichen und männlichen Gämsen (*Rupicapra r. rupicapra*) unter verschiedenen Umgebungsbedingungen am Männlichen (Berner Oberland). Diplomarbeit, Universität Bern.
- Südbeck, P., & Spitznagel, A. (2001). Freizeitnutzung, Sport und Tourismus. In K. Richarz, E. Bezzel, & M. Hormann (Eds.), *Taschenbuch für Naturschutz* (pp. 340-374). Wiebelsheim: Aula-Verlag.
- Szemkus, B. (1993). Zum Verhalten von männlichen Alpensteinböcken (*Capra ibex ibex*) unter dem Einfluss von Flugobjekten, insbesondere Gleitschirmen, am Augstmatthorn im Berner Oberland. Diplomarbeit, Universität Bern.
- Szemkus, B., Ingold, P., & Pfister, U. (1998). Behaviour of Alpine ibex (*Capra ibex ibex*) under the influence of paragliders and other air traffic. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 63, 84-89.
- Thiel, D. (2007). Behavioral and physiological effects in Capercaillie (*Tetrao urogallus*) caused by human disturbance. Dissertation, Universität Zürich.
- Thiel, D., Jenni-Eiermann, S., & Jenni, L. (2008). Der Einfluss von Freizeitverhalten auf das Fluchtverhalten, die Raumnutzung und die Stressphysiologie des Auerhuhns *Tetrao urogallus*. *Der Ornithologische Beobachter*, 105(1), 85-96.
- Vogt, K., Signer, S., Ryser, A., Schaufelberger, L., Nagl, D., Breitenmoser, U., & Willisch, C. (2019). Einfluss von Luchsprädatoren und Jagd auf die Gämse – Teil 1 und 2. Bericht in Zusammenarbeit mit dem Jagdinspektorat des Kantons Bern. Muri bei Bern: KORA.
- Von Arx, M. (2000). Wachsamkeitsverhalten und Distanz zur nächsten Nachbarin von weiblichen Gämsen (*Rupicapra r. rupicapra*) bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen. Diplomarbeit, Universität Bern.
- Weissgrem, F., & Riegler, T. (2006). Klettersport, Jagd und Gamswild (*Rupicapra rupicapra* L.) Region Loferer Steinberge – Beeinträchtigung und Störungstoleranz des Gamswildes (Scharwild) in Bezug auf Wanderer, Sportkletterer, Hubschrauberflüge und Einflüsse auf die Bejagbarkeit im Bereich der «Schmidt-Rinne» (Breithorn, Loferer Steinberge). Diplomarbeit, Universität für Bodenkunde Wien.
- White, C. M., & Sherrod, S. K. (1973). Advantages and disadvantages of the use of rotor-winged aircraft in raptor surveys. *Raptor Research*, 7(3/4), 97-104.
- Zeitler, A. (1995). Ikarus und die Wildtiere – Grundlagenstudie zum Thema Hängegleiten, Gleitsegeln und Wildtiere. München: Wildbiologische Gesellschaft München e.V.
- Zeitler, A. (1995). Reaktionen von Gemse und Rothirsch auf Hängegleiter und Gleitsegler im Oberallgäu. *Der Ornithologische Beobachter*, 92, 231-236.

## Anhang 1 – Literaturübersicht zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Wildhuftiere

Referenz	Untersuchte Tierart(en)	Gebiet/Region (z.B. Europa, Nordamerika, Alpen, Himalaya etc.)	Lebensraumtyp (z.B. Wald, Offenland, Alpine Zone etc.)	Luftfahrzeugtyp (Hängegleiter, Helikopter, Motor-, Segelflugzeug)	Experimentelles Setting (z.B. Überflughöhe, Über- oder Vertikalflug, direkte Annäherung, generelle Beobachtung etc.)	Jahreszeit(en) der Studie	Untersuchte Reaktionsart (Reaktionsdistanz (RD), Fluchtdistanz (FD), Fluchtstrecke (FS), weitere)	Nachgewiesene Reaktion (Zahlenwert Messgrösse)	Angabe zum Einfluss äusserer Bedingungen (Habitat, Jahreszeit, Bodenbedeckung etc.)	Angabe über Gewöhnung oder Sensitivierung
Bögel, 2001. Lebensraumansprüche der Gemse in Wechselwirkung zu Waldentwicklung und Tourismus im Nationalpark Berchtesgaden untersucht mit telemetrischen Methoden.	Alpengämse	Nationalpark Berchtesgaden, DE	Felsen, Wald, Offenland	Hängegleiter, Helikopter, Ultraleichtflugzeuge, Motorflugzeuge	Telemetrie und Laser-Messfernglas (Genauigkeit +/- 1 m). Wenn Störquelle mind. 10 Höhenmeter über Gams = Annäherungsrichtung «von oben». Dasselbe für Annäherung von unten resp. wenn dazwischen, dann hangparallel.	Alle	RD, FD	RD von 60 – 500 m, Median=300 m. FD von 60-460 m, Median=250 m bei Hängegleitern.  RD 220 – 860 m, Median=820 m. FD 200 – 760 m, Median=600 m bei Motorfluggeräten (Hubschrauber, Ultraleichtflugzeuge, Motorflugzeuge).  Flucht vor Helikoptern und Flugzeugen: in den Wald oder waldnahe Zonen. (aus Boldt 2007, S. 18)	Keine Angaben resp. nur für bodengebundene Störungen.	S. 199: Keine Anzeichen für Gewöhnungseffekte. Obwohl im Testbereich Oberes Weidbachtal Hubschrauberflüge regelmässig erfolgen, lassen die enorm hohen Flucht- und Reaktionsdistanzen keine diesbezügliche Habituation erkennen. Ganz offensichtlich stellen motorisierte Flugkörper einen «Superreiz» dar, der Gewöhnungseffekte verhindert.  Aus Zusammenfassung S. 224: Es konnten klare Habituationseffekte in Gebieten, in denen Gamsen regelmässig mit Störungen konfrontiert sind, festgestellt werden. Die Berechenbarkeit der Störquelle scheint in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung zu sein und war bei «Superreizen» wie motorisierten Fluggeräten nicht nachweisbar.
Bögel, 2002. Reactions of chamois to human disturbance in Berchtesgaden National Park.	Alpengämse	Nationalpark Berchtesgaden, DE	Offenland und Wald	Gleitschirme, Helikopter, Wanderer, Skifahrer	Observation projections close to 90° were selected. Altitude differences between chamois and disturbance source	Vermutlich Sommer und Winter, aber unklar.	RD, FD, FS	Ungefähre Werte aus Fig. 1:  RD = 80 – 510 m, FD = 80 – 450 bei Gleitschirmen.	Jahreszeit, Schneedecke, Tageszeit, Geschlecht, Gruppengrösse nur für	«In areas with frequent disturbances, the behavioral response was significantly reduced when

Paper der Dissertation d.h. dieselben Resultate.					>10 m were classified as «approach from above» or «below», with respect to relative position; altitude differences less than 10 m were classified as “along altitude isoline”.			RD = 550 – 860 m, FD = 400 – 800 m bei Helikoptern.	bodengebundene Störungsereignisse.	compared with remote areas.”
					Laser distance meter mit 1 m Auflösung von Leica.			Stärkere Reaktion (RD und FD) bei Helikoptern als bei Hängegleitern.	Bodenbedeckung auch für Luftfahrzeuge.	
								Mehr uphill als downhill und «along isoline» Fluchten.		
								Einfluss von äusseren Bedingungen:		
								<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Vergleich zu pre-disturbance Habitaten hatten die post-disturbance Habitats mehr Felsen und Wald.</li> </ul>		
Boldt, 2005. Effects of air traffic, snow cover and weather on altitudinal short-term and medium-term movements of female Alpine chamois <i>Rupicapra rupicapra</i> in winter.	(Weibliche) Alpengämse	Männlichen	Wald und Offenland	Hängegleiter, Helikopter, andere Luftfahrzeuge	Besondere weibliche Gämsen, Peilung und damit verbundene Beobachtungen der Flugobjekte (Typ, Zeitpunkt Auftauchen und Verschwinden, überflogene Gebiete).	Winter	Tägliche und mittelfristige Höhenbewegungen unter dem Einfluss von Luftverkehr und Umweltfaktoren.	Erstes Luftfahrzeug des Tages konnte dazu führen, dass sich die Tiere von den offenen Flächen über der Waldgrenze weg abwärts bewegten. Hohes Luftverkehrsaufkommen führte zu minim höheren Abwärtsbewegungen. ABER: Die 2 Gruppen, welche unterschiedlich hohem Luftverkehrsaufkommen ausgesetzt waren, unterschieden sich nicht in ihren Höhenbewegungen und auch nicht in ihrem Energieverbrauch. Fazit: schwacher Einfluss der Luftfahrzeuge auf die Höhenbewegungen der Gämse.	Schneedeckung, Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung	Gewöhnung wird als mögliche Erklärung herangezogen (wenngleich nicht vollständig plausibel)
					Über- oder Vertikalflug und Überflughöhe wurde nicht bestimmt.		Energieverbrauch mittels «percentage of the daily field metabolic rate».		Snow cover was the strongest factor affecting the average altitude during the day in both chamois groups. Er bringt es aber nicht in Zusammenhang mit Energieverbrauch bei Störungen.	
							Keine Angaben über FD und FS		Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung waren eher unbedeutend.	
Boldt & Bieri, 2005. Reaktionsempfindlichkeit der Gämsen am Männlichen – Fluchtdistanzen bezüglich Gleitschirme im Sommer.	Alpengämse	Männlichen	Wald und Offenland	Gleitschirme	Besondere Gämsen (Radiotelemetrie)	Sommer und Winter	FD, FS	FD am Männlichen im Winter deutlich tiefer (Median=235 m) als in Kandersteg, am Niesen und Augstmatthorn. FD im Sommer mit 173 m noch tiefer. Auch Anteil der Gämsen die überhaupt flüchteten war tiefer als in anderen Sommerstudien des Berner Oberlands.	Schneedecke, Windgeschwindigkeit, Tages- resp. Nachtlänge: beeinflussten Aufenthalt im Waldbereich wie auch Höhenaufenthalt und Aktivität (aus Synthese Boldt 2005).	Aus Ingold et al. 2002: Geringere Reaktionsempfindlichkeit (ob jahreszeitlich bedingt oder aufgrund Gewöhnung bleibt offen)
Boldt, 2005. Gämsen und Hängegleiter - Synthese der Wild-Tourismus-Daten in den Regionen Männlichen & Augstmatthorn.					Gleitschirmflüge im Sommer experimentell durchgeführt.			FS im Winter Median=70 m. Fluchten endeten häufig im Wald oder Jungwuchs von Waldrand.	Äussere Bedingungen wurden aber nicht in Zusammenhang mit den Luftfahrzeugen angeschaut!	
								Gamsböcke reagierten in beiden Regionen (Augstmatthorn und Männlichen) weniger heftig als die Geissen.		
								Aus Ingold et al. 2002: Am Männlichen hat also der Flugbetrieb (Gleitschirme, Helikopter) im Winter keine weiteren		

Boldt, 2007. Auswirkungen von Luftfahrzeugen auf Säugetiere. Literaturstudie.  Ingold et al. 2002. Tourismus und Wild, Schlussbericht 1997–2002.								Probleme zur Folge (keine Beeinträchtigung der Tiere, kein vermehrter Aufenthalt im Wald, kein vermehrter Verbiss hier), falls ein erhöhter Verbiss am Waldrand nicht als Problem betrachtet wird. Mögliche Gründe: Flugbetrieb anders, geringere Empfindlichkeit, Gebiet mit Gräben d.h. sie finden auch weiter unten Nahrung.		
Enggist-Düblin & Ingold, 2003. Modelling the impact of different forms of wildlife harassment, exemplified by a quantitative comparison of the effects of hikers and paragliders on feeding and space use of chamois <i>Rupicapra rupicapra</i> .	Alpengämse	Augstmatthorn	Nur offene Weideflächen	Gleitschirm	Modellsimulation	Verwendeten Daten aus früheren Studien (Schnidrig-Petrig 1994, Schnidrig-Petrig & Ingold 2001)	Äsungszeit, Weidefläche	Gleitschirme verursachen höhere Verluste an Äsungszeit und Weidefläche gemessen an ihrem im Vergleich zu Wanderern seltenen Auftreten, weil Unterbrechung des Äsens wesentlich länger und Verlassen des Weidegebiets. Habituation an sich wurde nicht untersucht/modelliert.	keine	Wurde nicht untersucht, aber die Autoren sagen, es könnte mit dem Modell simuliert werden.
Hamr, 1988: Disturbance behaviour of Chamois in an alpine tourist area of Austria.	Alpengämse	Karwendel, Österreich	Wald und Offenland	Skifahrer, Autos, Schüsse, low-flying, light aircrafts (helicopters, glider planes, hang-glidern), direkte Annäherung des Autors, Annäherung mit Hunden, gebastelter Adler an einem gespannten Kabel, richtige Adler.	Direkte Beobachtung, direkte Annäherung, Annäherung mit Hunden, gebastelter Adler an einem gespannten Kabel.  No instrument was used to estimate distance. [...] The results are thus rather subjective and not suitable for statistical analysis.	2 – 6 Tage / Woche über das ganze Jahr während 3 Jahren, u.A. 1982.	Flushing distance (=Fluchtdistanz) und escape distance (=Fluchtstrecke)	Stärkste Reaktion auf überraschende Zusammentreffen mit Menschen resp. airborne objects. FD und FS=10-500 m, im Ø 71-79 m. Am häufigsten Downhill-Flucht und weniger uphill und horizontal. Geissen empfindlicher als Böcke. Intensive Störungen führten zu Verdrängung aus guten Habitaten resp. verändertem Home range use.	Kürzeste Fluchtdistanz und Fluchtstrecke von Januar – April. Längste FD und FS von Mai - Juli.  Steile bewaldete Felsgebiete als bevorzugte Zufluchtsorte.	Grundsätzliche Habituation: «Chamois in the study area were habituated to a variety of human activities. Slow-moving hikers and cross-country skiers elicited little alarm behavior as long as they remained on established trails. [...] Habituation gilt aber vermutlich nicht für tieffliegende, leichte Flugzeuge.  Strong habituation makes them vulnerable to hunting.”
Ingold et al. 1993a, 1996, 1997 (Auszüge aus Boldt 2007, S. 15, 18)	Alpengämse	Berner Oberland	wahrscheinlich Wald und Offenland	Helikopter, hangnah oder in geringem Abstand über Grat → für die Tiere überraschend	wahrscheinlich wie generelles Setting in diesem Grossprojekt	Unklar	FD, FS	FD 150 – 600 m  FS selten länger als 100 m. Flucht in Wald aber auch offene Gebiete.	Unklar	Unklar

Ingold et al. 1997 (Auszüge aus Boldt 2007, S. 16, 18)	Alpengämse	Augstmatthorn	wahrscheinlich Wald und Offenland	Motorflugzeug, hangnah oder überraschend	wahrscheinlich wie generelles Setting in diesem Grossprojekt	Unklar	FD	FD bis 600 m	Unklar	Unklar
Klaassen, 1993. Auswirkungen von Drachen- und Gleitschirmfliegern auf Wildtiere am Wallberg. Diplomarbeit. Fachhochschule für Forstwirtschaft Weihenstephan.	Alpengämse, Rothirsch (aber auch Greifvögel)									
Müller, 1999. Inwiefern beeinflusst der Flugbetrieb die Verteilung der Gämsen am Männlichen? Diplomarbeit Uni Bern.	Alpengämse	Männlichen	wahrscheinlich Wald und Offenland	Hängegleiter	wahrscheinlich wie generelles Setting in diesem Grossprojekt	Winter	Gämsen zogen sich an Tagen mit Flugbetrieb teilweise in tiefere Lagen oder in unbeflogene Gebiete zurück.	Unklar	Unklar	Unklar
Schnidrig-Petrig 1994. Modern Icarus in wildlife habitat: effects of paragliding on behaviour, habitat use and body condition of chamois ( <i>Rupicapra r. rupicapra</i> ). Dissertation.  Schnidrig-Petrig & Ingold, 1995.	Alpengämse	Berner Oberland	Offene Weideflächen und Wald	Hängegleiter	Beobachtung und selbst-entwickelte Berechnungsmethode für RD und FD. Gezielte Flüge auf einer bestimmten Route mit einheitlichem Hangabstand von einem Gleitschirmprofi. Höhe über Boden: 150 – 200 m (aus Ingold et al. 1993)  Es wurden auch andere zufällige Flüge in die Studie miteinbezogen, wenn sie von der Überflughöhe (ca. 150 m) her ins Schema passten.	Juni – Oktober 1990 am Augstmatthorn. 1991 in Kandersteg. 1992 am Niesen und Doldenhorn.	RD, FD, FS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD in Kandersteg und am Niesen höher als FD d.h. Gämsen unterbrachen erst ihre Tätigkeiten und flüchteten erst bei weiterer Annäherung. (Ähnlich mit Delta am Niesen.) RD am Augstmatthorn gleich FD d.h. flüchteten sofort beim Entdecken des Gleitschirms, welche immer eine Flucht auslösten.</li> <li>• FD Ø 410 – 780 m.</li> <li>• FS 40 – 1200 m, häufig verbunden mit erheblichen Höhendifferenzen bei Gleitschirmen und ähnlich auch bei Deltas.</li> <li>• Meistens Flucht in den Wald, manchmal auch Felsen oder Weide.</li> <li>• Geissen reagierten empfindlicher als Böcke.</li> <li>• Starker Einfluss auf die Gebietsnutzung d.h. früheres Verlassen des Weidegebiets und längerer Aufenthalt im Wald.</li> <li>• Bei Überflug mit Gleitschirm stärkere Reaktion als bei Passierflug.</li> <li>• Reagierten im Offenen empfindlicher als in Waldnähe.</li> <li>• Äsende Tiere reagieren stärker als liegende.</li> </ul>	Temperatur um 12h und Jahreszeit (Sommer oder Herbst), Farbe des Paragliders.  Alles hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Zeitpunkt des Verlassens des feeding grounds und auf die Aufenthaltsdauer im Wald.	Vergleich stark beflogene vs. weniger beflogene Gebiete → geringere FD und RD könnte Gewöhnung sein, aber die empfindlicheren Tiere könnten auch abgewandert sein, weil WH sagt, dass sich Gämsbestand nach Beginn Flugbetrieb halbiert hat. Am Augstmatthorn scheint auch Jahre später keine Gewöhnung stattgefunden zu haben. (aus Ingold 2005)  FD und FS änderten sich während der 3-jährigen Studie nicht und dies hat sich scheinbar auch längerfristig nicht geändert (aus Boldt 2007).
Pachlatko, 1980. Aktivitätsmuster, Ortswahl, Standort-	Alpengämse	Unklar		Helikopter			Wie gross der Teil über den Einfluss von Helikoptern auf diese 4			

swahl und Gruppenstruktur bei individuell markierten Gemsen in zwei Geiss-Jungtier-Rudeln. Diplomarbeit Uni Zürich.							Parameter bei der Gämse ist, ist unklar.			
Sommer, 2002. Gebietsnutzung von weiblichen und männlichen Gämsen ( <i>Rupicapra r. rupicapra</i> ) unter verschiedenen Umgebungsbedingungen am Männlichen (Berner Oberland). Diplomarbeit Uni Bern. (Aus Boldt 2005)	Alpengämse	Männlichen	Wald und Offenland	Unklar				Schneebedeckung, Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung können einen Einfluss darauf haben, wie die Gämsen den Übergangsbereich vom Wald ins Offene nutzen.	Schneebedeckung, Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung	Unklar
Von Arx, 2000. Wachsamkeitsverhalten und Distanz zur nächsten Nachbarin von weiblichen Gämsen ( <i>Rupicapra r. rupicapra</i> ) bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen. Diplomarbeit Uni Bern. (Aus Boldt 2005)	Alpengämse	Männlichen	Wald und Offenland	Gleitschirme, Helikopter	Regionen mit und ohne Flugbetrieb und mit und ohne Luchsvorkommen	Unklar	Wachsamkeit	Die Gämsen sicherten nicht unterschiedlich lange oder häufig, ob sie sich nun in Waldnähe oder im Offenen aufhielten. Der Flugbetrieb beeinflusste das Wachsamkeitsverhalten offensichtlich nicht.	Unklar	Unklar
Weissgrem & Riegler, 2006. Klettersport, Jagd und Gamswild ( <i>Rupicapra rupicapra</i> L.) Region Loferer Steinberge - Beeinträchtigung und Störungstoleranz des Gamswildes (Scharwild) in Bezug auf Wanderer, Sportkletterer, Hubschrauberflüge und Einflüsse auf die Bejagbarkeit im Bereich der «Schmidt-Rinne» (Breithorn,	Alpengämse	Loferer Steinberge, Österreich.	Wald, Almweide oberhalb Baumgrenze.	Helikopter	Direkte Beobachtung  Generelle Aussagen über Über- oder Vertikalflug: Variierten je nach Zweck: Rettungsflüge teils mit geringer Flughöhe und lange Zeit schwebend über einem Ort, Versorgungsflüge mit geringem Abstand entlang der Felswände beim Aufstieg	19. Juni – 14. Oktober 2004 während 28 Tagen.	RD, FS, Erholungszeit bei verschiedenen Zwecken von Hubschrauberflügen (u.A. Rettung, Hüttenumbau, Privat, Versorgung, etc.)	Min. RD = 750 m, Max. RD >1000 m.  Min. FS = 0 m, Max. FS = 100 m resp. «ausser Sicht».  Min. Erholungszeit = 2.5 min, Max. Erholungszeit = 7.5 min resp. «ausser Sicht».	Keine Angaben in Bezug auf Helikopter	Wird diskutiert in Bezug auf Wanderer und Hunde, aber nicht in Bezug auf Helikopter.

Loferer Steinberge).										
Zeitler, 1995. Reaktionen von Gemse und Rothirsch auf Hängegleiter und Gleitsegler im Oberallgäu.  Zeitler, 1995. Ikarus und die Wildtiere.	Alpengämse und Rothirsch	Oberallgäu, DE	Wald und Offenland	Hängegleiter und Gleitsegler	Überflughöhen bestimmen und Verhalten erfassen über Beobachtungen während allen Jahreszeiten.  Definition Zusammentreffen: von den Tieren wahrgenommene Annäherung von Fluggeräten auf Distanzen zwischen 250 und 50 m.	November 1992 – Dezember 1994 durchgehend	Verhaltensweisen kategorisiert in «Verweilen», «Ausweichen» und «Flüchten» zwischen regelmässig, gelegentlich und selten beflogenen Gebieten.	Stärkste Reaktionen in selten beflogenen Gebieten und in offenen Gebieten ohne Deckung.  (Genaue Messwerte siehe Printscreen unten)  Aus Boldt 2007:  teils ebenso heftige, teils deutlich geringere Reaktionen als im Berner Oberland.	keine	Gewöhnung ja. Resultate zeigen, dass die Tiere die Ungefährlichkeit von Hängegleitern und Gleitseglern lernen können.  Aus Boldt 2007: Es wurde teils innert weniger Jahre eine Abnahme der Reaktionsstärke beobachtet. Evtl. in deckungsreichen Gebieten wie dem Allgäu einfacher als in offenen Gebieten wie dem Augstmatthorn.

Häufigkeit der Befliegung

	regelmässig			gelegentlich			selten		
	V	A	F	V	A	F	V	A	F
<i>Gemse</i>									
keineDeckung	1	1	1	—	1	2	—	—	3
geringeDeckung	57	5	—	3	9	3	—	—	6
mittlereDeckung	73	—	—	9	9	—	1	2	—
guteDeckung	5	—	—	6	—	—	1	1	—
Total (n)	136	6	1	18	19	5	2	3	9
(%)	95	4	1	43	45	12	14	21	65

Verhalten von Gemen beim Zusammentreffen mit Gleitschirmen und Hängegleitern je nach der Befliegungshäufigkeit des Gebiets und der Deckung in der Umgebung der Tiere. Unterschieden wurden die Verhaltensweisen Verweilen (V), Ausweichen (A) und Flüchten (F) bei Einzeltieren und Gruppen.

Brambilla, 2018: Assessing the effects of helicopter disturbance in a mountain ungulate at different time scales.	Alpensteinbock	Gran Paradiso Nationalpark, IT	Felsen und Offenland	Helikopter	Notierten Richtung und wenn möglich den Zielort des Helikopters. Sie wussten die Flughöhe nicht, aber nahmen 500 m weil das die tiefste erlaubte Höhe im NP ist und modellierten jede Route.	Sommer 2013	Daily activity gemäss Accelerometer und GPS-Positionen.	Activity increased during the disturbance and decreased during the hour following the overflights.	Tag im Jahresverlauf als Proxy für "photoperiod rate".	There was no evidence of habituation to the disturbance throughout the study period.
Szemkus, 1993. Zum Verhalten von männlichen Alpensteinböcken ( <i>Capra ibex ibex</i> ) unter dem Einfluss von Flugobjekten, insbesondere Gleitschirmen, am	Alpensteinbock	Augstmatthorn	Felsen, Offenland, Subalpin/alpin	Hängegleiter, Segelflugzeuge, Motorflugzeuge, Helikopter, Militärjets	Beobachtung und Messung der Distanzen mit Distanzmessgerät.  Relative flight altitude of the aircraft (above or beneath the observed group): nicht	Juli – Oktober 1992.	RD, FD	Ebenfalls RD = FD, FD Ø 50 – 1550 m (Median = 300 m, n=24) bei Hängegleitern. FS Median=650 m, Max=1200 m und Höhendifferenz Median=200 m, Max=500 m. Flucht in den Wald oder auf andere Seite des Grates bei Hängegleitern.	keine	Längerfristig keine Gewöhnung an Hängegleiter.

<p>Augstmatthorn im Berner Oberland. Diplomarbeit Uni Bern.</p> <p>Szemkus et al. 1998. Behaviour of Alpine ibex (<i>Capra ibex ibex</i>) under the influence of paragliders and other air traffic.</p> <p>Aus Ingold 2005</p>					<p>signifikant bezüglich flight or no flight.</p> <p>Closest approach distance (&lt;500 m or 500 - 1200 m): signifikant bei 500 – 1200 m.</p>			<p>RD 280 – 800 m, Median=500 m; FD 100 – 500 m, Median=325 m bei Segelflugzeugen.</p> <p>RD 100 – 680 m, Median=400 m; FD 100 – 400 m, Median=180 m bei Motorflugzeugen und Helikoptern. FS bei Helikoptern geringer als bei Gleitschirmen.</p> <p>Tiere reagierten im Gegensatz zu Hängegleitern kaum auf Militärjets, Motorflugzeuge und Segelflieger.</p>		
<p>Graf, 2018. Freizeitaktivitäten in der Natur.</p> <p>(Aktualisierung der Literatur seit Ingold 2005)</p>	Alle Säugetiere			Alle Luftfahrzeuge				<p>Wichtigster Überblick von Boldt 2007. Der Grossteil der Publikationen, die Auswirkungen des Hängegleitens auf die Fauna untersuchen, beziehen sich auf Säugetiere. Am besten dokumentiert sind das <i>Fluchtverhalten</i>, insbesondere bei Gämsen, aber auch bei Steinböcken und vereinzelt bei Murmeltieren und Rothirschen.</p> <p>Aktuelle Grenzen: «Die Literaturbelege für Auswirkungen des Hängegleiterbetriebs auf der Ebene des Überlebens und der Reproduktion von Säugetieren sind punktuell, solche auf der Ebene der Bestandsgrösse oder der geografischen Verbreitung fehlen ganz, was zumindest teilweise auf die hohe Komplexität solcher Auswirkungen zurückzuführen ist.»</p> <p>Es besteht kein grundlegender Aktualisierungsbedarf zur Einschätzung von Ingold 2005.</p>		
<p>Mosler-Berger, 1994. Störung von Wildtieren. Umfrageergebnisse und Literaturlauswertung.</p>	Huftiere	Ganze Schweiz		Hängegleiter	Umfrage bei Wildhütern und Jagdaufsehern		Alle Reaktionstypen	Siehe Printscreen unten	keine	keine

## Anhang 2 – Literaturübersicht zum Einfluss von Luftfahrzeugen auf Greifvögel und Raufusshühner

Referenz	Untersuchte Tierart(en)	Gebiet/Region (z.B. Europa, Nordamerika, Alpen, Himalaya etc.)	Lebensraumtyp (z.B. Wald, Offenland, Alpine Zone etc.)	Luftfahrzeugtyp (Hängegleiter, Helikopter, Motor-, Segelflugzeug)	Experimentelles Setting (z.B. Überflughöhe, Über- oder Vertikalflüge, direkte Annäherung, generelle Beobachtung etc.)	Jahreszeit(en) der Studie	Untersuchte Reaktionsart (Reaktionsdistanz (RD), Fluchtdistanz (FD), Fluchtstrecke (FS), weitere)	Nachgewiesene Reaktion (Zahlenwert Messgrösse) R = Reaktionen, K = Konsequenzen	Angabe zum Einfluss äusserer Bedingungen (Habitat, Jahreszeit, Bodenbedeckung etc.)	Angabe über Gewöhnung oder Sensitivierung
Andersen et al. 1990. Home-range changes in raptors exposed to increased human activity levels in southeastern Colorado.	4 Falconiformes-Arten u.A. Steinadler.	Colorado, USA	Felsen, offenes Gelände	Militär-Helikopter (und Jets)	Besenderung	Regelmässige Peilung	Aufenthaltssorte von Greifvögeln an Tagen mit und ohne militärische Trainingsflüge.	R: Greifvögel verschieben den Schwerpunkt ihres genutzten Gebietes ausserhalb ihres früheren Aufenthaltsortes und vergrössern das genutzte Gebiet (nur wenige Vögel verlassen das Gebiet vollständig)  K: führt zu ungünstigerem Energie/Zeit-Budget	Keine	Differences in response to human activity among individuals within a species may also occur with some individuals tolerating or habituating to higher levels of human activity than others.
Brendel et al. 2002. Conservation of the Golden Eagle in the European Alps.	Steinadler	Berchtesgaden Nationalpark, DE	Offenland, Alpwiesen über der Waldgrenze	Hängegleiter und Helikopter	Modell um den Einfluss von menschlichen Aktivitäten auf den Bruterfolg und die Verbreitung abzuschätzen.	Habitat-elemente von Sommer und Winter wurden in das Modell eingespielen, da «similar».	keine	Es wird keine Einschätzung des Einflusses abgegeben, sondern nur Empfehlung für Minimal-Distanz zu Nestern: 300 m = kritischer Abstand zu Nestern für Hängegleiter und 500 m für Helikopter. Aber schwierig zu sagen, da auch andere Faktoren den Bruterfolg beeinflussen.	Einige, aber nicht in Bezug auf Hängegleiter sondern in Bezug auf allgemeinen Schutz und Schutzmassnahmen	Habituation of birds to this form of disturbance has not been documented [...].
Bruderer, 1976. Unter welchen Umständen greifen Steinadler Flugzeuge an?	Steinadler	Unklar	Unklar	u.A. Segelflieger und Helikopter	Zusammenstellung von Berichten	Unklar	Attacken	Angriffe nicht nur in Horstnähe sondern auch bis zu 3 km von diesen entfernt. Angegriffen wurden gleich hoch oder tiefer fliegende Fluggeräte. Balz als sensible Phase.	Unklar	Unklar
Beaud & Beaud, 1995. Aigle royal et parapentes. (Aus Ingold 2005)	Steinadler	Unklar	Unklar	Gleitschirme	Direkte Beobachtung und evt. Zusammenstellung von Berichten.	Unklar	Diverse	Es wurde beobachtet, dass die Altvögel den Jungen kein Futter zutragen, solange jeweils im Bereich des Horstfelsens geflogen wurde.	Unklar	Unklar
Ellis & Ellis, 1991. Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms.	8 Falconiformes-Arten u.A. Steinadler. Steinadler spielte aber nur eine untergeordnete Rolle in der Studie.	Arizona, USA	u.a. Felsen/Klippen und tiefe Canyons	Militärische Jets	Teils gezieltes Vorbeifliegen mit verschiedenen Jet-Typen (Distanz zum Nest > 500 m). Reale und simulierte Überschallknalle, welche teils deutlich lauter waren als die realen Überschallknalle.	Ganzes Jahr	Short-term behavioral responses und long-term productivity, Veränderungen in der Herzschlagrate bei inkubierenden Präriefalken.  Short-term responses eingeteilt in «insignificant», «significant» und «severe».	Frequent and nearby jet aircraft passes: (1) sometimes noticeably alarmed birds, (2) occasionally caused birds to fly from perches or eyries, (3) most often evoked only minimal responses, and (4) were never associated with reproductive failure.	Keine	Habituation to test stimuli, due to previous exposure, may have produced the minimal response levels we frequently observed.

Georgii & Elmauer, 2002: Freizeit und Erholung im Karwendel – naturverträglich. S. 87–90.	Steinadler	Karwendel, Tirol/Bayern	Wälder, Alpine Rasen, Felsen, ober- und unterhalb Baumgrenze	Hängegleiter	Listet nur mögliche Konflikte auf. Ohne eigene Studien.	Sept. 1999 – Anfang 2002	keine	Eingeschränkte Beutetierzugänglichkeit, Blockierung thermisch wichtiger Lufträume, Verhinderung der Belegung von Horsten, Verlassen des Horstes wegen Störungen.	Keine	Keine
Grubb et al, 2010. Golden eagle indifference to heli-skiing and military helicopters in Northern Utah.	Steinadler	Northern Utah, USA	Unklar	Helikopter	Verschiedene experimentelle Helikopter-Flüge in verschiedenen Distanzen (100 – 800 m) sowie direkt auf das Nest zu und von hinten über die Klippe.	Historical records von 1981 – 2003	Bruterfolg, Reaktion (Aufschauen)	Keine Reduktion des Bruterfolgs, in 66% der Fällen keine Reaktion auf Flüge mit Distanzen von 0 – 800 m vom Nest entfernt, in 30% der Fällen «Aufschauen» als Reaktion.	Keine	All our observations and data suggest local habituation or tolerance.
Jenny, 1992. Bruterfolg und Bestandsregulation einer alpinen Population des Steinadlers.	Steinadler	Berner Oberland	Felsen und andere	Gleitschirme, Helikopter	Nur direkte Beobachtung. Kausalität von Störungen durch Gleitschirme resp. Helikopter und Brutabbrüchen.  Fokus der Studie lag nicht auf den menschlichen Einflüssen!	1987 – 1990, während Brut- und Nestlingszeit	Bruterfolg	Brutverlust wegen intensivem Helikopterflug.  Brutabbrüche während 4 Jahren wegen intensivem Gleitschirmflugbetrieb in Les Diablerets.	Ja Angaben, aber nicht im Zusammenhang mit Gleitschirmen oder Helikopter.	Keine Angaben
Jenny, 2010. Kollisionen zwischen Steinadlern und Flugzeugen in den Alpen.	Steinadler	Alpen	Verschiedene Lebensraumtypen	Segelflieger und Hängegleiter	Literaturstudie	Alle Jahreszeiten	Diverse	Stossflug d.h. Angriff, vermutlich ging den Angriffen häufig der sog. Girlandenflug voraus, welcher abschreckend wirken sollte, aber von den Piloten nicht wahrgenommen wurde. Die meisten Kollisionen betrafen Segelflugzeuge, gefolgt von Deltaseglern und Gleitschirmen.  Es lässt sich statistisch weder zeitlich noch räumlich ein klarer Bezug zwischen aggressiver Motivation und Brutgeschäft herstellen.  Tödliche Kollisionen haben keinen Einfluss auf die allgemein vitale Bestandsentwicklung.	Keine	Keine Angaben
Mosler-Berger, 1994. Störung von Wildtieren. Umfrageergebnisse und Literaturauswertung.	Steinadler	Ganze Schweiz	Verschiedene Lebensraumtypen	Hängegleiter	Umfrage bei Wildhütern und Jagdaufsehern	Unklar	Alle Reaktionstypen	- im gleichen Thermikschlauch wie Gleitschirme beobachtet - S. reagiert auf Gleitschirm - Deltapiloten berichten selbst von panikartigen Reaktionen von S. - S. zeigt Territorialverhalten - Startplatz ca. 800 m von Horst entfernt, wo seit 1981 erfolgreich gebrütet wird. - Seit Zunahme des Flugbetriebs keine erfolgreiche Adlerbrut mehr	Keine	Keine Angaben

								<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bruten von Steinadlers gehen zurück</li> <li>- Adler horsten nicht mehr in überflogenem Gebiet</li> </ul>		
White and Sherrod, 1973. Advantages and disadvantages of the use of rotor-winged aircraft in raptor surveys.	5 Falconiformes-Arten u.A. Steinadler.	Interior Alaska, North Slope, Aleutian Islands.	Alles "tree-nesting species"	Helikopter	Direkte Beobachtung	Gewisse Reproduktionsstadien sind anfälliger für Störungen als andere.	Alle Reaktionsarten	<p>Wenn parallel zur Klippe geflogen wird und sich der Helikopter gleichmässig nähert (auch von oben), werden die Vögel am wenigsten gestört (falls sie den Helikopter kommen sehen).</p> <p>Plötzliches Auftauchen des Helikopters über der Klippe führt zu Panik und hektischer Flucht und kann sogar dazu führen, dass Eier oder Jungvögel von den Adulten aus dem Nest geworfen werden.</p>	Einfluss der Flugzeiten im Verlauf der Brutsaison	Keine Angaben
Zeitler, 1995: Ikarus und die Wildtiere.	Steinadler	Südliches Oberallgäu	<p>Berggipfel in Höhen zwischen 1300 und 2657 m ü.M.</p> <p>Ober- und unterhalb Waldgrenze.</p>	Hängegleiter	<p>Direkte Beobachtung und Protokollierung der Reaktionen in regelmässig, gelegentlich und selten beflogenen Gebieten.</p> <p>Vögel nur als «Begleitarten» in der Studie ohne systematische Studie wie für Gämsen und Rothirsche.</p>	<p>November 1992 - Dezember 1994</p> <p>Jahreszeitliche Unterschiede wurden erfasst.</p>	<p>Protokollierung Bruterfolg über mehrere Jahre.</p> <p>Verhalten: Ruhen, Nahrungsaufnahme, Fortbewegung.</p> <p>Reaktionen «Verbleiben, Ausweichen, Flüchten»</p>	<p>Droh- und Angriffsflüge, revieranzeigende Girlandenflüge.</p> <p>Elternvögel flogen beim Auftauchen von Gleitschirmen vom Horst weg.</p> <p>Es konnte kein nachteiliger Einfluss des Flugbetriebs auf die Jungenaufzucht nachgewiesen werden, es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden.</p>	Keine	Keine Angaben
Arroyo und Razin, 2006. Effects of human activities on Bearded vulture behaviour and breeding success in the French Pyrenees.	Bartgeier	Pyrenäen, FR	Felsen	Helikopter, Kleinflugzeuge, Segelflugzeuge, Gleitschirme	<p>Zusammenhang von versch. lärmigen Störungen und Bruterfolg.</p> <p>Sehr lärmig = Helikopter, Lärmig = Kleinflugzeuge, wenig lärmig = Segelflugzeuge und Hängegleiter.</p>	1993/1994 – 2001/2002 innerhalb des normalen Monitorings der Bartgeierpopulation	Bruterfolg	Sehr lärmige Aktivitäten (z.B. Helikopter) führten am häufigsten zu unbeaufsichtigten Nestern, auch wenn sie weit entfernt (> 1.5 km) stattfanden. Je mehr (insbesondere laute) Störung, desto wahrscheinlicher war eine missglückte Brut.	Wetter	Keine Angaben
Comor, 2019. Similar breeding success of Bearded vultures in disturbed and undisturbed areas shows evidence of adaptation capabilities.	Bartgeier	West-Pyrenäen, FR	Wald und offene Grasflächen in der subalpinen Zone	Helikopter, Gleitschirmflieger (aber auch Holzarbeiten und Jagd)	Bruterfolg (in 4 Stadien) in restricted und non-restricted areas.	Herbst 2011 – Frühling 2017 während Brut- und Nestlingsphase	Bruterfolg	Kein Unterschied im Bruterfolg zwischen «restricted» und «non-restricted». Eher wetterabhängig (→ Kälte)	Wetter	Nicht in Bezug auf Helikopter und Gleitschirmflieger.

Thiel et al. 2008. Einfluss von Freizeitaktivitäten auf Fluchtverhalten, Raumnutzung und Stressphysiologie des Auerhuhns.	Auerhuhn	Südwest-Schwarzwald (DE), Pyrenäen (FR)	Wald	Wintersportaktivitäten gering, mässig, hoch  (ohne Hängegleiter, aber trotzdem wichtige Studie)	Begehungen, direkte Annäherung, Telemetrie, Kotanalyse	Oktober – März. Schwarzwald 2003 – 2005, Pyrenäen 1984 - 1996	Fluchtdistanz, Raumnutzung, Stresshormonlevel	Höhere Fluchtdistanz in Gebieten mit hoher Wintersportaktivität. Auerhühner mieden während der Skisaison Gebiete innerhalb ihrer Homeranges, welche stark frequentiert waren. Stresshormonlevel umso höher, je kleiner die Distanz zum nächsten Ort mit Wintersportaktivität.	Wetter	Keine Gewöhnung; Hinweis für Sensitivierung
Bauernschmitt, 1998. Luftsport im Biosphärenreservat Rhön. (S. 32/33)	Birkhuhn	Rhön, DE	Mittelgebirge	Motorsegler	Direkte Beobachtung	Unklar (sicher August und September)	FD	FD: 300 – 350 m (Beobachtungen von Dietzen)  Ducken, wegrennen, sofortiges, fluchtartiges Verlassen der Äsungsfläche, Aufsuchen von Deckung (Beobachtungen von J. Jenrich)	Geeigneter Lebensraum für das Birkhuhn ist in der Rhön generell klein (kaum bis keine Ausweichmöglichkeiten)	Gewöhnung ist nicht zu erwarten.
Clemens, 1990. Birkwild: Moorschutz = Artenschutz: ein Pilotprojekt in Niedersachsen.	Birkhuhn	Langes Moor, Niedersachsen, DE	Moor	Düsenjets, Klein- und Segelflugzeuge	Zur Auswilderung bereite Birkhühner in einer Voliere	Unklar	Diverse Reaktionen	Bei Überflügen durch Düsenjets in weniger als 150 m Höhe zeigten die Tiere kaum Anzeichen von Aufregung, höchstens Ducken oder Aufsuchen von Deckung. Näherten sich jedoch Klein- oder Segelflugzeuge in direktem Anflug oder überflogen die Voliere in 30 – 40 m Höhe flogen sie in Panik davon und kollidierten mit den Volierenzäunen.	Unklar	Unklar
Pelletier & Krebs, 1998. Evaluation of aerial surveys of ptarmigan species.	Gattung <i>Lagopus</i> (Schneehühner)	Kluane, Yukon, Kanada	Borealer Wald	Leichtes Motorflugzeug	Bestandeszählungen aus dem Flugzeug	24. April – 8. Mai, während 7 Jahren	Keine, evtl. Flucht vs. Keine Flucht.	1995 keine Flucht bei 8.8% (+/-12.5%) der Schneehühner, 1996 bei 44.7% (+/-21%).	Korrigierten nach den äusseren Faktoren (z.B. Wind, Wetter, Schneebedeckung, Phänologie)	Möglicher Grund für Resultat könnte Gewöhnung sein.
Mosler-Berger, 1994. Störung von Wildtieren. Umfrageergebnisse und Literaturauswertung.	Raufusshühner	Ganze Schweiz		Hängegleiter	Umfrage bei Wildhütern und Jagdaufsehern		Alle Reaktionstypen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Starke Reaktion von R. auf Hängegleiter</li> <li>- Birkhühner haben sich in weniger überflogene Gebiete zurückgezogen</li> <li>- Bruten von Birkhühnern gehen zurück</li> </ul>	Keine	Keine Angaben.
Zeitler, 1995: Ikarus und die Wildtiere.	Raufusshühner	Südliches Oberallgäu, DE	Berggipfel in Höhen zwischen 1300 und 2657 m ü.M.  Ober- und unterhalb Waldgrenze.	Hängegleiter	Direkte Beobachtung und Protokollierung der Reaktionen in regelmässig, gelegentlich und selten beflogenen Gebieten.  Vögel nur als «Begleitarten» in der Studie ohne systematische Studie wie für	November 1992 - Dezember 1994.  Jahreszeitliche Unterschiede wurden erfasst.	Populationsentwicklung über mehrere Jahre.  Verhalten: Ruhen, Nahrungsaufnahme, Fortbewegung.  Reaktionen «Verbleiben, Ausweichen, Flüchten»	Anzahl Tiere in 6 von 7 Fluggebieten nicht zurückgegangen. Im 7. Gebiet kein kausaler Zusammenhang mit Hängegleitern.  Liefen oder verblieben in Deckung bzw. erreichten diese in kurzem Flug.  «Auch hier gibt es also keine Hinweise auf einen negativen Einfluss des Flugbetriebs auf die Bestandsentwicklung.»	Keine	Keine Angaben.

					Gämsen und Rothirsche.					
Schnidrig-Petrig, 1995. Der moderne Ikarus – eine Gefahr für Wildtiere? (Aus Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002)	Steinadler, Raufusshühner	Berner Oberland	Offenland und Wald	Hängegleiter		Sommer und Winter		Schnidrig-Petrig (1995) beurteilt Hängegleiter im Alpenraum als bedeutende Störquelle für Steinadler und Raufusshühner, sowohl im Sommer wie im Winter.	Unklar	Unklar
Seriot & Blanchon, 1996. Étude relative à l'impact sur l'avifaune du survol des réserves naturelles de montagne par des aéronefs. (Aus Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002)	Steinadler und Auerhuhn (und weitere)	Frankreich	Felsen, Wald	Hängegleiter, Segelflugzeuge, Kleinflugzeuge, Helikopter	u.a. Umfrage franz. Parkwächter			R: Vögel fliegen auf, Schreckreaktionen, verlassen Brutplatz, Jagdgründe werden verlassen.  K: Reduzierter Fortpflanzungserfolg durch erhöhte Jungensterblichkeit und Verlassen der Brut; keine Brutversuche mehr.  Negative Beeinflussung der Besiedlung durch den Bartgeier in den Pyrenäen und den Alpen durch Luftfahrzeuge, insb. Helikopter. Helikopter störten mehr als Kleinflugzeuge.  Gemäss befragten Parkwächtern reagieren Greifvögel sensibler auf verschiedene Luftfahrzeuge als Raufusshühner.  Für Gebirgsvögel sind Perioden mit Balzverhalten, Brutgeschäft und Jungenaufzucht besonders heikel, d.h. Januar/Februar bis Juli/August.	Unklar	Unklar
Müller, 1996. « Störung » von Bodenbrütern durch Flugobjekte. Beispiel Rebhuhn. (Aus Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002)	Rebhuhn		Wald	Segelflugzeug				Sofortiges Aufsuchen von Deckung bei Auftauchen des Flugobjektes, Abbruch des Fressverhaltens.		
Graf, 2018. Freizeitaktivitäten in der Natur. Literaturstudie (Aktualisierung der Literatur seit Ingold 2005)	Alle Vögel							In Bezug auf Vögel: Auswirkungen gemäss Graf nur spärlich dokumentiert. Wichtigster Überblick von Komenda-Zehnder & Bruderer 2002. Zum Thema «Hängegleiter und Vögel» verweist Graf auf das unveröffentlichte Gutachten von Seriot & Blanchon 1996.  Weiter heisst es: «In der Literatur werden kaum Auswirkungen auf Vögel dokumentiert, was sich mit dem Expertenurteil deckt,		

								<p>wonach eine erhöhte Problematik in erster Linie bei Säugetieren vorliegt.»</p> <p>Es besteht kein grundlegender Aktualisierungsbedarf zur Einschätzung von Ingold 2005.</p> <p>Generell in diesem Bericht: Auswirkungen von Hängegleitern auf Steinadler. Raufusshühner nur im Zusammenhang mit Wintersportaktivitäten. Bartgeier kommt im Bericht nicht vor.</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--