



**SCHRIFTENREIHE
UMWELT NR. 376**

Natur und Landschaft

**Einfluss des
Flugverkehrs
auf die Avifauna**

**Schlussbericht
mit Empfehlungen**



**Schweizerische
Vogelwarte
Sempach**



**Bundesamt für
Zivilluftfahrt BAZL**



**Bundesamt für
Umwelt, Wald und
Landschaft
BUWAL**

**SCHRIFTENREIHE
UMWELT NR. 376**

Natur und Landschaft

**Einfluss des
Flugverkehrs
auf die Avifauna**

**Schlussbericht
mit Empfehlungen**

Con riassunto in italiano
With summary in English

**Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL und vom Bundesamt für
Zivilluftfahrt (BAZL)
Bern, 2005**

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
(BUWAL)

Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)

*BUWAL und BAZL sind Ämter des
Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation (UVEK)*

Autoren

Prof. Dr. Bruno Bruderer, Susanna Komenda-Zehnder

Zitierung

BRUDERER B., KOMENDA-ZEHNDER S. 2005: *Einfluss
des Flugverkehrs auf die Avifauna – Schlussbericht
mit Empfehlungen*. Schriftenreihe Umwelt Nr. 376.
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
100 S.

Begleitung BUWAL

Marguerite Trocmé (Federführung), Rolf Anderegg

Begleitung BAZL

Catherine Marthe (Federführung), Ulrich Schneiter,
Werner Bula

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Titelfoto

Susanna Komenda-Zehnder

Bezug

BUWAL

Dokumentation

CH-3003 Bern

Fax +41 (0) 31 324 02 16

docu@buwal.admin.ch

www.buwalshop.ch

Bestellnummer / Preis:

SRU-376-D / CHF 15.– (inkl. MWSt)

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache
erhältlich (SRU-376-F).

© BUWAL 2005

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	4.4	Beobachtungen während Luftschiff-Überflügen	42	
Vorwort	7	4.4.1	Luftschiff über dem Neuenburgersee	42	
Zusammenfassung	9	4.4.2	Luftschiff über dem Untersee und Bodensee	43	
Riassunto	10	4.4.3	Folgerungen bezüglich Luftschiff-Überflügen	43	
Summary	11	4.5	Beobachtungen während Heissluftballon-Überfahrten	44	
1 Einleitung	13	4.5.1	Heissluftballon Überfahrten über dem Ägelsee (TG)	44	
2 Literaturstudie	17	4.5.2	Heissluftballon-Überfahrt über dem Flachsee (AG)	44	
3 Experimente zu Reaktionen von Wasservögeln auf Luftfahrzeuge	21	4.5.3	Folgerungen bezüglich Heissluftballon-Überfahrten	45	
3.1	Beobachtungsorte und Methode	22	4.6	Diskussion und Schlussfolgerungen	45
3.2	Resultate	23			
3.2.1	Einfluss des Flugzeugtyps und der Flughöhe	25	5 Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte zur Reduktion von Störungen	47	
3.2.2	Einfluss des Schallpegels	27	5.1	Grundlagen zur Störwirkung von Luftfahrzeugen auf Vögel	47
3.2.3	Vergleich zwischen Vogelgruppen	27	5.2	Grundlagen zum Schutz von Arten, Lebensräumen und Gebieten	48
3.2.4	Vergleich zwischen den Beobachtungsgebieten	28	5.2.1	Vogelarten mit besonderen Schutzbedürfnissen	49
3.3	Diskussion und Folgerungen	29	5.2.2	Gebiete unterschiedlicher Qualität und Grösse	49
4 Beobachtungen zu Reaktionen von Vögeln auf Luftfahrzeuge	31	5.3	Welche Gebiete wären wie zu berücksichtigen?	51	
4.1	Beobachtungen während einer Flugveranstaltung	31	5.3.1	Bundesinventare	52
4.1.1	Flugveranstaltung in der Seebucht von Lugano	31	5.3.2	Kantonale und private Schutzgebiete	56
4.1.2	Folgerungen zu Flugveranstaltungen	33	5.3.3	Wissenschaftliche Inventare	56
4.2	Beobachtungen bei Flugplätzen	33	5.4	Mögliche Massnahmen	58
4.2.1	Nuolener Ried / Flugfeld Wangen-Lachen (SZ)	33	5.5	Gesetzliche Grundlagen	58
4.2.2	Bolle di Magadino / Flugfeld Locarno (TI)	35	5.6	Information und Zusammenarbeit	59
4.2.3	Folgerungen bezüglich einzelner Flugplätze	36	5.7	Folgerungen und Empfehlungen	59
4.3	Beobachtungen während Helikopter-Überflügen	37	Dank der Autoren	61	
4.3.1	Helikopterflüge in Les Grangettes	37			
4.3.2	Helikopterflüge bei Les Ponts-de-Martel	39			
4.3.3	Helikopter-Übungen im Marais de Brot	40			
4.3.4	Einzelbeobachtungen von Helikopter-Überflügen	41			
4.3.5	Folgerungen bezüglich Helikopter-Überflüge	41			

Anhänge	63
A1	Artenliste 63
A2	Literaturübersicht «Auswirkungen auf das Energie-Zeitbudget ausserhalb der Brutsaison» 65
A3	Literaturübersicht «Auswirkungen auf Verbreitung und Raumnutzung ausserhalb der Brutsaison» 68
A4	Literaturübersicht «Auswirkungen auf Fortpflanzungsverhalten und -erfolg» 70
A5	Beobachtungen während einer Flugveranstaltung 75
A6	Störereignisse in den Bolle di Magadino 77
A7	Verhaltensbeobachtungen während der Helikopterflüge in Les Grangettes 78
A8	Beobachtungen von Kiebitzen im Hochmoor von Les Ponts-de-Martel 81
A9	Störereignisse durch Helikopterflüge 82
A10	Störereignisse durch Zeppelin-Überflüge 83
A11	Störereignisse durch Heissluftballon-Überfahrten 84
A12	Gesetzliche Grundlagen bezüglich Luftfahrt und Schutz der Fauna 85
Verzeichnisse	87
1	Glossar / Vokabular 87
2	Abkürzungsverzeichnis 88
3	Literatur 89

Abstracts

E

Keywords:

Birds,
disturbance,
reactions to aircraft
over-flights,
sensitive areas,
height restrictions

The results of an already published literature review are combined with an experimental study on the reactions of waterbirds to aircraft over-flights, and with a collection of observations on the reactions of various bird species to aircraft. In general, it seems that birds can get accustomed to regular air traffic, while unusual flying objects or events may cause considerable reactions, particularly when flight altitudes are below 450 m AGL. The combined results lead to the conclusion that to protect sensitive areas against potential disturbance from aircraft an adjustment of over-flights heights including buffer zones is necessary.

D

Stichwörter:

Vögel,
Störung,
Reaktion auf Flugzeug
Überflüge,
sensible Gebiete,
Beschränkung der
Überflughöhe

Die Ergebnisse einer bereits publizierten Literaturübersicht werden kombiniert mit einer experimentellen Studie zur Reaktion von Wasservögeln auf Überflüge von Flugzeugen sowie mit einer Sammlung von Einzelbeobachtungen der Reaktionen verschiedener Vogelarten auf Flugkörper. Insgesamt scheinen sich Vögel an regelmäßigen Flugverkehr zu gewöhnen, während ungewohnte Flugobjekte oder Ereignisse erhebliche Störungen verursachen können, insbesondere bei Flughöhen unter 450 m ü.B. Die kombinierten Ergebnisse führen zum Schluss, dass ein wirkungsvoller Schutz sensibler Gebiete vor Überflügen von Flugzeugen eine Anpassung der Überflughöhen und die Schaffung von Pufferzonen erfordert

F

Mots-clés:

oiseaux,
perturbations,
influence du trafic
aérien,
zones sensibles,
limitation des altitudes
de vol

Les résultats d'une étude bibliographique complètent une étude expérimentale traitant de l'influence du survol des avions sur les oiseaux d'eau ainsi qu'un ensemble d'observations ponctuelles concernant l'influence des aéronefs sur différentes espèces d'oiseaux. Généralement, les oiseaux semblent s'adapter au trafic aérien régulier mais peuvent être profondément perturbés par les aéronefs ou les événements imprévus, en particulier lorsque les hauteurs de vol sont inférieures à 450 m. En conclusion, les résultats globaux montrent que, pour protéger les zones sensibles contre les dérangements par les aéronefs, il est nécessaire d'adapter les hauteurs de survol et de mettre en place des zones-tampon.

I

Parole chiave:

uccelli,
disturbo,
impatto del traffico
aereo,
zone sensibili,
limitazione della quota
di sorvolo

La pubblicazione integra i risultati di un esame della bibliografia esistente sull'argomento con uno studio sperimentale relativo all'impatto prodotto dal sorvolo aereo sugli uccelli acquatici e con una serie di osservazioni puntuali sulle reazioni di varie specie di uccelli provocate dal traffico aereo. Se gli uccelli sembrano in genere adeguarsi al traffico aereo regolare, risultano tuttavia notevolmente disturbati dai mezzi aerei e dagli eventi inconsueti, in particolare quando la quota di sorvolo è inferiore a 450 m slm. In conclusione, i risultati complessivi lasciano dedurre che per proteggere le zone sensibili dai disturbi degli aeromobili è necessario adeguare la quota di sorvolo e di creare delle zone tampone.

Vorwort

Unser gemeinsames Ziel ist es, tragbare Lösungen im Spannungsfeld Luftfahrt, Mensch und Natur anzubieten. Dafür braucht es fundierte wissenschaftliche Kenntnisse. Die vorliegende, durch das BAZL und das BUWAL veranlasste Studie liefert Grundlagen und Beurteilungskriterien zum Thema Störwirkungen der Luftfahrt auf die Vogelwelt.

Im Rahmen der Studie wurde in einer ersten Phase publiziertes Wissen zusammengetragen. Diese Basisinformation wurde im Jahr 2002 unter dem Titel «Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna, Literaturstudie» in der BUWAL-Schriftenreihe Umwelt veröffentlicht. In einer zweiten Phase wurden Informationen über in der Schweiz beobachtete Störungen und über im Ausland bestehende Vorschriften zur Vermeidung von Störungen gesammelt. Fallstudien zeigten, wie Vögel unter spezifischen Bedingungen auf verschiedene Luftfahrzeuge reagierten. In einer experimentellen Studie wurden die Störpotenziale tieffliegender Flächenflugzeuge und Helikopter auf rastende Wasservögel untersucht.

Obwohl die jeweilige Reaktion der Vögel stark von der Situation, der Vogelart, der Überflughöhe und vom Luftfahrzeug abhängt, lassen sich generalisierende Aussagen aus diesen Grundlagen ableiten. Der Autor und die Autorin fassen ihre Erkenntnisse hier zusammen und leiten aus der Sicht der Schweizerischen Vogelwarte Empfehlungen an die Luftfahrt daraus ab.

Wir freuen uns, mit den vorgelegten Ergebnissen eine Wissenslücke zu schliessen und hoffen, dass die Erkenntnisse die Umsetzung des Landschaftskonzeptes Schweiz voranbringt, welches in Sachziel 6A vorsieht, «zum Schutze der Natur Gebiete auszuscheiden, in denen durch geeignete Massnahmen die unerwünschten Auswirkungen der Luftfahrt minimiert werden können».

Bundesamt für Zivilluftfahrt

Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft

Werner Bula
ehemaliger Leiter Sektion Umwelt

Enrico Bürgi
Chef Abteilung Natur und Landschaft

Zusammenfassung

Die in einer Literaturanalyse zusammengetragenen Grundlagen zeigen, dass Vögel je nach Art, Aufenthaltsort, Jahreszeit, Tageszeit, Lebensphase, Gewöhnungsgrad und Umwelt unterschiedlich auf Störungen durch Luftfahrzeuge reagieren. Das Störpotenzial von Flugzeugen nimmt im allgemeinen von grossen Transportflugzeugen über Militärjets zu Kleinflugzeugen und Helikoptern zu. Die Wahrscheinlichkeit von Verhaltensänderungen nimmt mit abnehmendem Vertikal- und Horizontalabstand des Störobjektes zu. Obwohl nur wenige Angaben zur Kleinaviatik verfügbar sind, scheint ihr Störpotenzial hoch. Manche Flugkörper aus dieser Kategorie zeichnen sich aus durch unregelmässiges Erscheinen, geringe Flughöhen, Kurvenflug und Überraschungskomponenten. – Überflugverbote im Bereich sensibler Gebiete, Vorschriften betreffend minimale Flughöhen oder zeitliche Einschränkungen des Flugbetriebs bieten sich als Massnahmen zur Reduktion der Störeinflüsse an.

Experimentelle Überflüge über schweizerischen Mittellandseen mit Ansammlungen überwinternder Wasservögel bestätigten, dass Helikopter bei gleicher Flughöhe eine grössere Störwirkung haben als Flächenflugzeuge ähnlicher Dimension. Die sichtbaren Reaktionen wurden bei diesen an Flugverkehr einigermaßen gewöhnten Vögeln vernachlässigbar, wenn Helikopter höher als 450 m und Kleinflugzeuge höher als 300 m ü.B. flogen.

Beobachtungen während Flugveranstaltungen, bei Flugplätzen, während spezieller Helikopterflüge in Schutzgebieten sowie bei Luftschiff-, Heissluftballon- und Hängegleiter-Überflügen decken eine grosse Bandbreite von Störereignissen ab. Auch hier bestätigte sich die Abhängigkeit der Störwirkung vom Typ des Luftfahrzeuges, den Distanzen, der Dauer der Ereignisse, dem Gewöhnungsfaktor sowie von den betroffenen Vogelarten und deren jahreszeitlich bedingter Situation. Flugveranstaltungen in ohnehin stark anthropogen beeinträchtigten Gebieten haben geringe Auswirkungen, solange keine sensiblen Zonen in der Nähe sind. Trotz häufigem Flugbetrieb wurden in einem Schutzgebiet beim Flugplatz Locarno bei Wasservögeln durch ungewöhnlich laute oder tieffliegende Flugzeuge zum Teil Fluchtreaktionen ausgelöst.

Die im Bericht zusammengefassten Informationen werden kombiniert mit Angaben über schützenswerte Gebiete und rechtliche Grundlagen. Daraus ergeben sich Empfehlungen zur Reduktion von Störungen. Mit der Bezeichnung von sensiblen Gebieten sowie von Pufferzonen von 500 m um diese Gebiete und einer Beschränkung von Überflügen auf Höhen über 450 m könnte ein grosser Teil der potenziellen Störungen abgefangen werden. Damit würden auch Hängegleiter und Modellflieger erfasst. Eine Differenzierung nach Typen von Luftfahrzeugen wäre nur erforderlich, wenn man (mit Rücksicht auf in der Schweiz bereits bestehende Vorschriften) die Forderung nach einer Minimalflughöhe von 450 m nur auf Helikopter anwenden würde und sich bei den übrigen Luftfahrzeugen mit einer Mindestflughöhe von 300 m begnügen würde. Massnahmen zur Information und zur Zusammenarbeit zwischen Luftsport und Naturschutz werden vorgeschlagen.

Riassunto

I dati raccolti nel quadro di un'analisi bibliografica mostrano che le reazioni degli uccelli ai disturbi causati dal traffico aereo variano a seconda della specie, del luogo di sosta, della stagione, delle ore della giornata, delle fasi della vita, del grado di abitudine e dell'ambiente circostante. In genere, il potenziale di disturbo rappresentato dai velivoli aumenta man mano che si va dai grandi aerei di trasporto ai piccoli aerei ed agli elicotteri, passando per i jet militari. La probabilità di variazioni comportamentali negli uccelli aumenta con il diminuire della distanza verticale ed orizzontale dei velivoli. Sebbene sull'aviazione leggera siano disponibili pochi dati, il suo potenziale di disturbo sembra elevato. Alcuni velivoli appartenenti a questa categoria si contraddistinguono per i loro voli irregolari ed a bassa quota, per le virate in volo e per il fattore sorpresa. Il divieto di sorvolo sulle zone sensibili, l'adozione di prescrizioni relative alle quote minime di volo o la limitazione temporale dei voli sono tutte possibili misure per la riduzione dei disturbi all'avifauna.

I sorvoli sperimentali effettuati su alcuni laghi svizzeri dell'Altipiano in cui svernano gruppi di uccelli acquatici hanno confermato che, a parità di quota e di dimensioni, gli elicotteri arrecano un disturbo maggiore all'avifauna rispetto ai velivoli ad ala. Le reazioni visibili di tali uccelli, piuttosto abituati al traffico aereo, sono risultate trascurabili in caso di volo di elicotteri ad una quota superiore ai 450 m e di piccoli aerei 300 m.

Le osservazioni registrate durante manifestazioni aeronautiche, su aerodromi, nel corso di voli speciali in elicottero in zone protette nonché durante sorvoli in dirigibile, aerostato, deltaplano e parapendio hanno rilevato un'ampia gamma di eventi perturbatori. Anche in questo caso è stata confermata la dipendenza dell'entità del disturbo dal tipo di velivolo, dalle distanze, dalla durata degli stessi eventi perturbatori, dal fattore abitudine nonché dalle specie di uccelli interessate e dalla stagione. È stato inoltre dimostrato che le manifestazioni aeronautiche effettuate in zone comunque molto compromesse dalle attività umane non hanno ripercussioni rilevanti, a meno che non siano presenti zone sensibili nelle vicinanze. Nonostante la frequenza dei voli, in una zona protetta vicino all'aerodromo di Locarno alcuni aerei particolarmente rumorosi o che volavano a quote molto basse hanno scatenato negli uccelli acquatici delle reazioni di fuga.

Le informazioni raccolte nel rapporto sono accompagnate da dati relativi alle zone degne di protezione ed alle basi giuridiche in materia. Ne risultano specifiche raccomandazioni per la riduzione dei disturbi. Gran parte dei disturbi potenziali potrebbe ad esempio essere evitata delimitando delle zone sensibili circondate da zone cuscinetto larghe 500 m ed introducendo una limitazione generale dei sorvoli a quote superiori ai 450 m. In tal modo potrebbero essere rilevati anche i deltaplani, i parapendii e gli aeromodelli. Una differenziazione a seconda dei tipi di velivolo sarebbe necessaria solo se (nel rispetto delle prescrizioni già esistenti in Svizzera) la quota minima di sorvolo venisse fissata a 450 m esclusivamente per gli elicotteri e a 300 m per tutti gli altri velivoli. Nel rapporto vengono infine proposte delle misure per garantire l'informazione ed assicurare la collaborazione fra il settore degli sport aerei e quello della protezione della natura.

Summary

A literature review revealed that birds reacted to disturbance by aircraft very differently according to species, habitat, season, time of day, life cycle, habituation, and environment. The disturbance potential increases from large transport aircraft via military jets to small aeroplanes and helicopters. The probability of changes in behaviour of birds increases with decreasing vertical and horizontal distance to the source of disturbance. Although information on disturbing effects of general aviation is rare, its disturbance potential seems to be high. Many aircraft of this category are prominent by their irregular appearance, low flight levels, curved flight paths, and surprise effects. – Ban on flights over sensitive areas, definition of minimum flight altitudes or temporal restrictions of flight activities are measures to reduce disturbance.

Flight experiments over lakes in the Swiss lowlands to test the sensitivity of wintering waterbird aggregations confirmed that helicopters have a stronger disturbing effect than aeroplanes of similar dimensions. The disturbance became negligible for these traffic-accustomed birds when helicopters flew higher than 450 m AGL and small airplanes higher than 300 m.

Observations during air shows, in the neighbourhood of airfields, of particular helicopter flights in nature reserves as well as flights of airships, hot-air balloons, and hang gliders cover a wide range of disturbance events. The disturbance effect depends on aircraft type, horizontal and vertical distance, duration of the incidents, habituation as well as on the bird species involved and their seasonal situation. Air shows in areas with a high general disturbance level have no serious effects as long as no sensitive areas are in the vicinity. Birds living in a nature reserve next to the airfield of Locarno showed some reactions in spite of frequent air traffic: unusually low flying and loud aircraft induced flight reactions of some waterbirds.

The information compiled in this report is combined with information on available regulations and protected areas. This results in recommendations for the reduction of disturbances caused by aircraft. Defining sensitive areas including buffer zones of 500 m around these areas and restricting over-flights to heights above 450 m AGL would prevent a great proportion of potential disturbance. Such measures would cover paragliders and model aircraft, as well. Differentiation according to aircraft type would only be necessary if an over-flight limit of 450 m would be applied to helicopters only and a 300 m limit to all other aircraft (accordingly to existing swiss prescriptions). Appropriate means of information and cooperation between sport flying and nature protection are suggested.

1 Einleitung

Unsere Landschaft steht unter dem Druck vielfältiger Nutzungsansprüche. Die Lebensräume vieler wildlebender Tiere werden immer stärker eingeengt. Pro Sekunde werden rund 3 Quadratmeter Landschaft umgestaltet (BUWAL/BRP 1998). Die zunehmende Ausdehnung von Siedlungen, der Bau von Anlagen für Verkehr, Energiegewinnung und Freizeitgestaltung wie auch die intensive Entwicklung der Land- und Forstwirtschaft führten zu dauerndem Lebensraumverlust beziehungsweise Veränderungen in der Lebensraumqualität. Naturnahe Gebiete sind deshalb im Schweizer Mittelland selten geworden. In den letzten Jahrzehnten hat zudem das Bedürfnis der Menschen, sich in der freien Natur zu bewegen, enorm zugenommen. Durch die Freizeitgesellschaft ergab sich ein immer stärker werdender Nutzungskonflikt mit den Ansprüchen von Tieren und Pflanzen. Der Druck ist im Schweizer Mittelland besonders stark. Zu Lande spazieren Erholungssuchende mit oder ohne Hund durch die Gebiete, Reiter und Biker sind unterwegs, und auch Motorsport lässt sich in naturnahen Gebieten unauffälliger betreiben als in der Nähe von menschlichen Siedlungen. Auch Gewässer haben in den letzten Jahrzehnten eine ungeheure Entwicklung bezüglich Freizeitnutzung durchgemacht. Diese reicht von Spaziergängern am Ufer, Picknick und Camping bis in die Schilfgürtel hinein, über Badebetrieb bis zu verschiedensten Wasserportarten wie Windsurfen, Segel-, Motorboot- und Rudersport. Hindernisarme, siedlungsferne Flächen, darunter Mooregebiete, Uferzonen und offene Wasserflächen bieten auch günstige Bedingungen für verschiedene Flugaktivitäten an. All diese Aktivitäten beeinträchtigen in unterschiedlichem Ausmass die Qualität dieser naturnahen Restgebiete.

Das rasche Verschwinden naturnaher Flächen in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts hat zur Unterschützstellung vieler Naturflächen auf privater oder staatlicher Ebene geführt. Die bestehenden Schutzverordnungen enthalten mehr oder weniger weit reichende Auflagen bezüglich Lebensraumveränderungen oder Störungen am Boden. Meist sind es Einschränkungen bezüglich landwirtschaftlicher oder jagdlicher Nutzung, zum Teil auch Betretverbote. Viele Gebiete sind jedoch klein und ungenügend gegen Störeinflüsse aus der Umgebung geschützt. Mit Nutzungsbeschränkungen in angrenzenden Zonen (sogenannten Pufferzonen) wurde versucht, negative Einflüsse von den unmittelbaren Reservatsgrenzen fernzuhalten. Störungen aus der Luft sind aber in der Regel nicht explizit erwähnt. Der vorliegende Bericht soll nun speziell diesen Aspekt behandeln und Möglichkeiten aufzeigen, wie auch Störeinflüsse durch Luftverkehr minimiert werden können.

Die zunehmende Besorgnis über die negative Wirkung von Störeinflüssen liess die Zahl der diesbezüglichen Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten drastisch ansteigen. KELLER (1995) fand für den Zeitraum von 1965–1979 nur 25 relevante Publikationen zum Thema «Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel», während aus den nachfolgenden 15 Jahren rund 190 Arbeiten ausgewertet werden konnten. In gut 13% der Publikationen waren auch Flugzeuge als Störursache erwähnt.

Der Anteil der von Luftfahrzeugen verursachten Störungen am Gesamtvolumen der anthropogenen Störereignisse ist je nach Gebiet unterschiedlich. Gemäss der Literaturstudie von KOMENDA-ZEHNDER & BRUDERER (2002) gingen in touristisch stark genutzten Regionen wie z.B. am Bodensee 3% der Störreize auf Luftfahrzeuge

zurück (BAUER et al. 1992), in der Camargue 3,4% (CAMPREDON 1993). Studien in anderen Gebieten (insbesondere in Küstengebieten und abgelegenen Regionen) erwähnen hingegen wesentlich grössere Anteile von Luftfahrzeugen an den beobachteten Störreizen: z.B. Irland 15%, deutsches Wattenmeer 26–40% (STOCK 1990, 1993, STOCK & HOFEDITZ 1994), Essex (England) 39% (OWENS 1977) und in einem Seengebiet Alaskas 49% (WARD et al. 1994).

Die schweizerische Umweltschutzgesetzgebung enthält klare Bestimmungen, um störende Auswirkungen der Luftfahrt auf den Menschen einzuschränken, während die Naturschutzgesetze nicht speziell auf Störungen durch Luftverkehr eingehen. Hingegen hält das Landschaftskonzept Schweiz (BUWAL/BRP 1998) im Kapitel 6.01 folgende luftfahrtspezifische Schutzziele fest: «Im Rahmen der VIL (Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt, Art. 53) sind zum Schutze der Natur Gebiete auszuscheiden, in denen durch geeignete Massnahmen die unerwünschten Auswirkungen der Luftfahrt minimiert werden können. Zur Bestimmung geeigneter Gebiete und Massnahmen sind vorerst Grundlagen und Beurteilungskriterien zu erarbeiten. Auf dieser Basis sind Gebiete auszuscheiden und Massnahmen zu bestimmen.»

Auch ausserhalb des mit dem Landschaftskonzept abgesteckten Rahmens sind das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) wie auch das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) immer wieder mit Fragen zum Störeinfluss von Flugzeugen auf Tiere konfrontiert. Bei Flugplatzweiterungen oder Modifikationen des Flugbetriebes besteht das Bedürfnis nach Richtwerten bezüglich Umweltverträglichkeit. Das Fehlen von Informationen oder Kriterien macht es oft schwierig, eine sinnvolle Interessenabwägung zwischen Aviatik und Naturschutz zu vollziehen.

BAZL und BUWAL entschlossen sich deshalb, die Schweizerische Vogelwarte mit einer Studie zu betrauen, welche die häufigsten Fragen in diesem Zusammenhang beantworten sollte. Dass Vögel für diese Studie ausgewählt wurden, beruht einerseits darauf, dass verschiedene Flugplätze im Schweizer Mittelland in der Nähe von Feuchtgebieten oder Gewässern mit Vogelansammlungen liegen, während sich bisherige Untersuchungen zum Störeinfluss von Flugobjekten vor allem auf Säugtiere im Alpenraum bezogen (INGOLD et al. 1996, WEBER & SCHNIDRIG 1997). Andererseits sind Vögel relativ gute Indikatoren der Empfindlichkeit eines Gebietes, und einzelne Vogelgruppen sind als tagaktive, in grossen Ansammlungen auf offenen Flächen vorkommende Tiere leicht beobachtbar.

Das Rahmenziel für die Studie war die Beschaffung von Grundlagenmaterial im Hinblick auf Entscheidungshilfen und Kriterien, die dem Schutz der Avifauna gegen störende Einflüsse der Fliegerei im Sinne des Landschaftskonzepts Schweiz dienen sollen. Mittels einer Zusammenstellung vorhandener Informationen und in engem Rahmen durchgeführten eigenen Beobachtungen oder Experimenten sollte eine Beschreibung oder Quantifizierung von Störungen von Vögeln durch Flugzeuge erreicht werden. Daraus müssen Kriterien für Massnahmen zur Reduktion negativer Auswirkungen der Luftfahrt sowie für schutzrelevante Arten oder Gebiete resultieren. Diese Grundlagen sollten Ausgangspunkte für Umsetzungsmassnahmen durch BAZL und BUWAL liefern.

Die Studie ist in folgende Module gegliedert:

- A) *Literaturstudie und Umfrage*: In Ergänzung zur nicht speziell auf Luftverkehr ausgerichteten Übersichtspublikation von KELLER (1995) wird hier eine möglichst umfassende Literaturrecherche zum Thema «Flugverkehr und Avifauna» vorgelegt (KOMENDA-ZEHNDER & BRUDERER 2002). Durch Umfragen bei Ornithologen im Inland, bei Ökobüros sowie bei den im International Bird Strike Committee IBSC engagierten Gruppen wurden Zusatzinformationen beschafft.
- B) *Experimente zu Reaktionen von Wasservögeln auf Luftfahrzeuge*:
 - a) Beurteilung der Wirkung verschiedener Flugobjekte in unterschiedlichen Höhen bzw. Distanzen sowie Unterschiede bezüglich Lärmimmissionen der Flugobjekte;
 - b) Beurteilung von Auswirkungen von Überflügen auf Wasservögel;
 - c) Unterschiede zwischen verschiedenen Arten und Aufenthaltsorten, Gewöhnungseffekte. Die im Rahmen einer Diplomarbeit (CEVALLOS 2002) auf einen Winter und vier Gebiete im Mittelland beschränkte Studie erbrachte gute Ergebnisse bezüglich kritischer Flughöhen, erlaubt aber nur sehr bescheidene Rückschlüsse im Hinblick auf Lärmeinwirkung, Gewöhnung und längerfristige Auswirkungen von Störungen.
- C) *Beobachtungen zu Reaktionen von Vögeln auf Luftfahrzeuge*:
 - a) an spezifischen Orten durchgeführte Beobachtungen (z.B. bei einer Flugveranstaltung, beim Abtransport von Schnittgut per Helikopter aus einem Naturschutzgebieten sowie fallweise Beobachtungen bei bestehenden Flugplätzen);
 - b) Mit einer Umfrage beschaffte Zufallsbeobachtungen. Bei all diesen Beobachtungen handelte es sich um zeitlich eng begrenzte Einzelinformationen mit beschränkter Aussagekraft.
- D) *Der vorliegende Schlussbericht* umfasst Zusammenfassungen der gedruckt oder als Manuskript vorliegenden Teilbereiche A und B, Originalberichte zum Teil C sowie die aus allen Teilen resultierenden Empfehlungen zur Reduktion von Störwirkungen im Sinne des Landschaftskonzepts Schweiz.

2 Literaturstudie

Die Studie (KOMENDA-ZEHNDER & BRUDERER 2002) fasst rund *190 Publikationen* über die Störwirkung von zivilen und militärischen Luftfahrzeugen (inkl. Heissluftballone, Hängegleiter und Modellflugzeuge) auf Vögel zusammen. Nach einer einleitenden Klärung von Begriffen und Definition geht die Arbeit auf die Frage ein, wie verschiedene Typen von Luftfahrzeugen unter verschiedenen Bedingungen als Störreize auf Vögel wirken. Danach wird das vorhandene Wissen über die sichtbaren und unsichtbaren (physiologischen) Reaktionen verschiedener Vogelarten sowie von Vögeln in verschiedenen Lebenssituationen auf Luftfahrzeuge zusammengetragen. Das Thema Gewöhnung wird angegangen. Die möglichen Konsequenzen für die Vögel hinsichtlich Energie- und Zeitbudget, Raumnutzung, Bruterfolg und Überleben werden erörtert. Abschliessend werden in der Literatur erwähnte Empfehlungen zur Reduktion von Störwirkungen sowie die in verschiedenen Ländern bestehenden Vorschriften bezüglich Minimalflughöhen über Schutzgebiete dargelegt.

Die bearbeiteten Publikationen sind in drei Tabellen (Energie-Zeitbudget ausserhalb der Brutsaison, Verbreitung und Raumnutzung ausserhalb der Brutsaison, Fortpflanzungsverhalten und Fortpflanzungserfolg) zusammengestellt. Die Tabellen zeigen in kürzester Form die Hauptaussagen. Sie werden im Anhang des vorliegenden Berichtes wiedergegeben (Anhang 2 bis 4). Die Literaturstudie selbst kann beim BUWAL bezogen werden (Bestellnummer: SRU-344-D).

Aus diesen Arbeiten lassen sich folgende Aussagen ableiten:

Vögel in der Brutzeit zeigen (abgesehen von äusserlich nicht erkennbarem Stress) weniger sichtbare Reaktionen als die mobileren Vogelansammlungen ausserhalb der Brutzeit. – Allerdings können nicht erkennbare physiologische Reaktionen in der kritischen Zeit der Fortpflanzung gravierendere Auswirkungen auf die Vogelpopulationen haben als erkennbare Ortsveränderungen ausserhalb der Brutphase.

Bezüglich *untersuchter Arten und Jahreszeiten* sind Wasservögel und Watvögel ausserhalb der Brutzeit bevorzugte Studienobjekte, weil sie in grossen Ansammlungen in gut überblickbaren, offenen Gebieten auftreten und definierbare Reaktionen zeigen. Gänse und z.T. auch Limikolen erwiesen sich als besonders empfindlich. Generell scheinen grosse Schwärme in offenem Gelände stärker auf Luftfahrzeuge zu reagieren als Einzelvögel und versteckt in der Vegetation lebende Arten; allerdings sind letztere kaum beobachtbar.

In verschiedenen Fällen wurden *störungsbedingte Beeinträchtigungen* des Zeit-/Energiebudgets festgestellt. Grösste Energieverluste ergaben sich, wenn die Vögel aufflogen und die Wiederaufnahme der vorherigen Aktivität erheblich verzögert wurde. Zeitverluste verursachen zum Teil eine Verminderung der Ruhephasen. Energieverluste können sich in späteren Lebensphasen negativ auswirken, beispielsweise durch verminderten Bruterfolg.

Verlassen der Nester kann, besonders wenn es sich um ein rasches, störungsbedingtes Verhalten handelt, zu unmittelbarem Brutverlust oder zu indirektem Verlust durch Prädation führen. *Störungsbedingte Flucht* kann erhöhte Unfallgefahr oder Prädation induzieren.

Lebensraumverlust ergibt sich, wenn gewisse Gebiete zeitweise nur eingeschränkt oder gar nicht mehr genutzt werden können.

Das *Gewöhnungspotenzial von Vögeln* bezüglich Flugzeuge ist generell gross. Es scheint von grossen Transportflugzeugen über Militärjets zu Kleinflugzeugen und Helikoptern abzunehmen, wobei diese Abnahme vermutlich mit abnehmender Überflugfrequenz korreliert ist.

Das *Störpotenzial von Luftfahrzeugen* nimmt von grossen Transportflugzeugen über Militärjets zu Kleinflugzeugen und Helikoptern zu. Dabei könnte wiederum die in dieser Reihenfolge zunehmende Unregelmässigkeit der Überflüge eine Rolle spielen.

Zum *Störpotenzial* von Heissluftballonen, Ultraleichtflugzeugen, Motorseglern und Hängegleitern existieren nur sporadische Hinweise. Es scheint jedoch, dass von diesen – wohl aufgrund ihres besonders unregelmässigen Auftretens – eine erhebliche Störwirkung ausgeht. Das Störpotenzial wird verstärkt, wenn die Flugobjekte überraschend in geringer Höhe erscheinen. Erfahrungen im Bereich von schweizerischen Naturschutzgebieten zeigen, dass motorisierte Modellflugzeuge im Kurzdistanzbereich ein sehr grosses Störpotenzial haben. Die gravierendsten Auswirkungen ergeben sich, wenn der Störeinfluss in der Nähe von Schutzgebieten zeitlich und räumlich «geklumpt» auftritt, wie etwa bei Modellflugplätzen mit Hochbetrieb an einzelnen Wochenenden. Der Störeinfluss von Segelflugmodellen ohne Motor ist bedeutend geringer; ausserdem liegen die Segelflughänge meist weitab von Naturschutzgebieten. Systematische Vergleichsstudien fehlen allerdings. KOMENDA-ZEHNDER & BRUDERER (2002) haben in ihrer Literaturstudie die wichtigsten publizierten Hinweise zum Thema (motorisierte) Modellfliegerei zusammengefasst: Modellflugzeuge verdienen besondere Beachtung, weil sie in ihrer Grösse und Wendigkeit am nächsten an Greifvögel herankommen und damit am besten dem angeborenen Feindschema der Vögel entsprechen (KEIL 1988). Die unkalkulierbaren Flugmanöver der Modelle (horizontal und vertikal), verbunden mit hohen Winkelgeschwindigkeiten, rufen eine besonders starke Reaktion hervor (ROSSBACH 1982). Dies ist besonders ausgeprägt bei motorisierten Modellen, die zudem eine gewisse Lärmbelastung mit sich bringen. Die Fluchtdistanzen verschiedener Vogelarten gegenüber motorisierten Modellen liegen im Bereich von 200 bis 400 m, maximal 600 m. – Bei Modellfluggeländen konzentriert sich der Flugbetrieb meist auf die Wochenenden oder auf wenige Stunden am späten Nachmittag. So folgen auf ruhige Perioden besonders intensive und anhaltende Störphasen; die Möglichkeit der Gewöhnung wird dadurch stark eingeschränkt (RIEDERER 1976, ROSSBACH 1982). Die geringe Gewöhnung wurde – zumindest in Versuchen – genutzt, um Vögel aus Flughafengeländen zu verschrecken (BIVINGS 1991). Der Beginn der jährlichen Flugsaison fällt meist mit dem Beginn der Brutperiode der Vögel zusammen. Reduzierter Bruterfolg oder Abnahme der Anzahl Brutpaare, wie im Falle des Grossen Brachvogels in Süddeutschland, können die Vorstufe für das spätere Verschwinden einer Art sein (OPITZ 1975, BOSCHERT 1993, BOSCHERT & RUPP 1993). Es kann angenommen werden, dass andere Wiesenbrüter gleichermassen davon betroffen sind (RIEDERER 1976). Auf wiesenbrütende Limikolen (Brachvo-

gel, Uferschnepfe) hatten Kleinflugzeuge geringere Auswirkung als Modell- und Ultraleichtflugzeuge (DIETRICH et al. 1989).

Kurvenflug wirkt störender als geradliniger Flug. Diese Aussage geht in dieselbe Richtung wie die Feststellung, dass wendige Flugobjekte wie Helikopter sowie Modell- und Ultraleichtflugzeuge die grösste Störwirkung haben.

Die *Wahrscheinlichkeit von Verhaltensänderungen* nimmt generell mit abnehmendem Vertikal- und Horizontalabstand des Störobjektes zu.

Verglichen mit anderen anthropogenen Störungen können Luftfahrzeuge in gewissen Gebieten einen erheblichen Anteil am Störungsvolumen ausmachen.

**Folgende Probleme
oder Einschränkungen
dieser Aussagen sind
zu beachten:**

Die Aussagen verschiedener Studien divergieren oft stark; zuweilen treten Widersprüche auf. Diese Inkonsistenz der Ergebnisse beruht darauf, dass verschiedene Vogelarten unterschiedlich auf Luftfahrzeuge reagieren, und dass die Reaktionen je nach Flugzeugtyp variieren. Ausserdem können sich auch innerhalb einer Art je nach Aufenthaltsort, Tageszeit, Jahreszeit, Lebensphase und Umwelt Unterschiede in den (erkennbaren) Reaktionen ergeben.

Aus methodischen Gründen werden meist nur die sichtbaren Reaktionen von Vögeln erfasst, während physiologische Reaktionen (z.B. Ausschüttung von Stresshormonen, Erhöhung der Herzschlagfrequenz) sowie Konsequenzen auf Populationsebene nur selten quantifiziert werden.

Bei Bestandszählungen aus Flugzeugen besteht ein Interesse, das Ausbleiben von Reaktionen besonders hervorzuheben, während zufällige Beobachtungen oft nur dann dokumentiert werden, wenn eine Reaktion beobachtet wurde. Beobachtungen, die nicht systematisch auf die Ermittlung von Störwirkungen ausgerichtet sind, dürften in der Regel verzerrte Stichproben ergeben.

Viele Publikationen sind auf spezielle Arten oder Umstände ausgerichtet, die nicht ohne weiteres Verallgemeinerungen zulassen. Zu beachten ist, dass z.B. Angaben über Greifvögel oder Raufusshühner kaum zur Verfügung stehen, dass Beobachtungen aus dem Gebirge weitgehend fehlen und dass Daten aus der Brutzeit eher selten sind.

Folgende Empfehlungen lassen sich aus dieser Literaturübersicht ableiten:

Überflugverbote im Bereich von sensiblen Gebieten (mit Pufferzonen) werden von Naturschutzfachleuten als die sicherste Massnahme zur Vermeidung von Störungen durch Luftfahrzeuge erachtet.

Vorschriften betreffend minimale Flughöhen sind weniger wirkungsvoll und weniger gut kontrollierbar, aber wohl in vielen Fällen eher realisierbar. Die in verschiedenen Ländern bestehenden Vorschriften divergieren allerdings stark. Die meisten Naturschutz-Fachleute plädieren für Höhenlimiten um 500 m über Boden. Wo geringere Flughöhen angestrebt werden, wäre mit spezifischen Untersuchungen deren Verträglichkeit zu prüfen.

Zeitliche Einschränkungen des Flugbetriebs sind für Gebiete sinnvoll, in denen sich nur zu gewissen Zeiten erhebliche Zahlen an störungsempfindlichen Arten aufhalten.

Besonders zu beachten sind Probleme mit zeitlich und räumlich unregelmässigem Flugbetrieb, wie er besonders bei Kleinaviatik abseits von Flugplätzen, bei Helikoptern und bei Modellflugzeugen vorkommt. Überflugverbote bzw. Flughöhenbeschränkungen sind besonders für diesen Bereich wichtig.

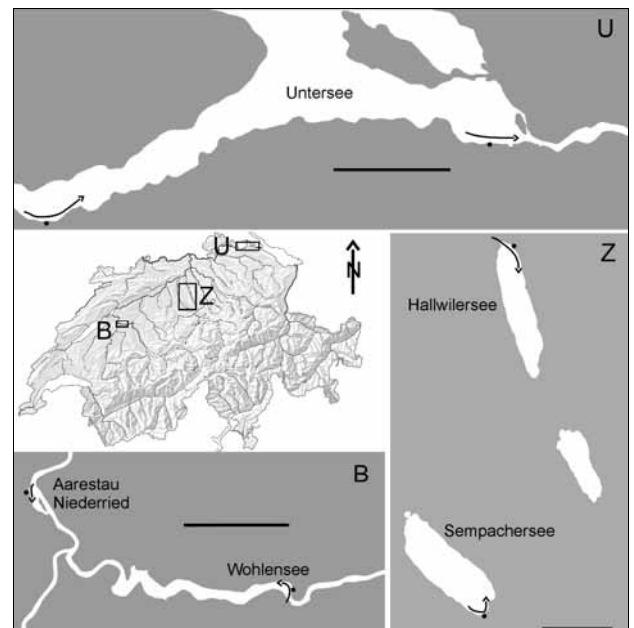
3 Experimente zu Reaktionen von Wasservögeln auf Luftfahrzeuge

An Seen im schweizerischen Mittelland wurden die Reaktionen von Wasservögeln auf experimentelle Überflüge von Flächenflugzeugen und Helikoptern analysiert. Die Experimente erfolgten im Rahmen einer Diplomarbeit von Myriam Cevallos an der Universität Basel (CEVALLOS 2002, siehe auch KOMENDA-ZEHNDER et al. 2003).

Als Studienobjekte wurden aus methodischen Gründen überwinternde Wasservögel ausgewählt. Überwinternde Wasservögel halten sich in grossen Schwärmen auf offenen Wasserflächen auf. Damit können die Voraussetzungen für hindernisfreie An- und Überflüge mit Flugzeugen und Helikoptern geschaffen werden. Bei geschickter Ortswahl kann das Verhalten von Wasservögeln vom Ufer aus gut beobachtet werden (dies im Gegensatz zu Vögeln in der Vegetation). Da Vögel während des Zuges und im Winterquartier in der Regel mobiler sind als während der Brutzeit, zeigen sie für den Beobachter erkennbare Reaktionen. Die grosse Individuenzahl ermöglicht es, prozentuale Anteile von reagierenden beziehungsweise nicht reagierenden Exemplaren zu schätzen. Dies erhöht die Aussagekraft im Vergleich zu Beobachtungen an Einzeltieren.

Die grosse Zahl von Seen mit überwinternden Wasservögeln in der Schweiz erlaubte es Beobachtungsgebiete zu finden, in denen vorübergehende Störungen verantwortlich waren und die für Flugzeuge und Beobachter topographisch günstigen Zugang boten. Zudem konnten Seen mit unterschiedlichen Voraussetzungen bezüglich Vogelkonzentrationen und bereits vorhandenen anderweitigen Störungen ausgewählt werden.

Abbildung 1:
Regionen, in welchen die experimentellen Überflüge durchgeführt wurden. Die Rechtecke in der Schweizerkarte zeigen die Lage der vergrösserten Ausschnitte (U Untersee, B Bern, Z Zentrales Mittelland). Die weissen Flächen stellen die Gewässer dar. Die Beobachtungsorte sind durch einen Punkt gekennzeichnet und die Flugrouten durch Pfeile. Die schwarzen Balken stellen eine Strecke von 4 km dar.



Das Ziel der experimentellen Flüge war, die Störwirkung auf Vögel in Abhängigkeit der Flughöhe, des Luftfahrzeugtyps, des Ortes und der Vogelart zu untersuchen. Spezifisch wurde nach der Minimalflughöhe gesucht, über welcher Wasservögel keine sichtbare Reaktion zeigen.

3.1 Beobachtungsorte und Methode

Drei verschiedene Regionen wurden ausgewählt, in denen unterschiedlich grosse Konzentrationen von Wasservögeln zu erwarten waren (Abb. 1). Grosse Ansammlungen wurden am Untersee erwartet, mittlere in der Region Bern (Wohlensee und Aarestau Niederried), kleine im zentralen Mittelland (Sempacher- und Hallwilersee). In jeder Region wurden zwei Beobachtungsorte so gewählt, dass die Wasservögel vom Ufer aus beobachtet werden konnten und die Luftfahrzeuge freien Zugang hatten.

Für die Überflüge standen Kleinflugzeuge und Helikopter des BAZL zur Verfügung (Tab. 1). Die Piloten flogen auf stets gleichen Routen in 100 m Abstand zum Ufer über dem Wasser. Dabei wurden die beobachteten Wasservögel auf festgelegten Höhen direkt überflogen. Sofern die Wetterbedingungen gut blieben, wurden die Überflüge vier bis sechs Mal über den gleichen Wasservögeln in 15 min Intervallen wiederholt. Dabei wurde die Höhe über Grund sukzessive vermindert (Serie 1), die Höhe konstant gehalten (Serie 2) oder die Höhe wurde nach oben und unten variiert (Serie 3, Tab. 2). Das Luftfahrzeug wechselte dabei zwischen den beiden Beobachtungsorten einer Region. An jedem Beobachtungsort war mindestens eine Person (seltener waren es bis zu drei Personen) für die Protokollierung des Verhaltens der Wasservögel positioniert. Pro Halbtage wurde höchstens eine Serie geflogen, um den Vögeln genügend Erholungszeit zu gewähren.

Tabelle 1: Luftfahrzeuge, welche für die experimentellen Flüge eingesetzt wurden.

Luftfahrzeug	Typ	Länge (m)	Spannweite, bzw. Rotordurchmesser (m)
Kleinflugzeug	Bonanza	F33 A	10,20
		A 36	10,20
	Robin	DR 400/500	8,72
		DR 400-180 R	8,72
Helikopter	Ecureuil	10,93	10,69
	Alouette 3	10,20	11,00

Tabelle 2: Beschreibung der Überflugserien. Eine Serie bestand aus vier bis sechs Überflügen in 15 Minuten Intervallen über dem gleichen Gebiet.

Serie	Charakteristik	Flughöhe (m ü.B.) ¹	Bemerkung
1	Abnehmende Höhe	600 – 450 – 300 – 150 – 80	Am Wohlensee waren Überflüge auf 80 m ü.B. nicht möglich.
2	Konstante Höhe	150 oder 80	
3	variierende Höhe	450 – 300 – 150 – 80 Reihenfolge variabel	Teilweise wurde auch die Flughöhe beibehalten.

¹ Die Flughöhen wurden aus praktischen Gründen wie folgt gewählt. 600 m: aufgrund von Literaturangaben erwartete Höhe ohne Störeffekt; 450 m: intermediäre Höhe zwischen der über dicht besiedeltem Gebiet erlaubten Mindestflughöhe von 300 m und der gewählten Maximalhöhe; 150 m: Minimalflughöhe ausserhalb von Ortschaften; 80 m: vom BAZL speziell bewilligte Minimalflughöhe.

Die Wasservögel, welche von einem Beobachtungsort aus auf der Wasserfläche sichtbar waren, wurden vor dem jeweils ersten und nach dem letzten Überflug gezählt. Für die Verhaltensbeobachtung wurde eine Gruppe Vögel entsprechend dem Gesichtsfeld des Feldstechers (8fache Vergrößerung) ausgewählt. Im Mittel wurden 51 Vögel erfasst (Median = 18 Vögel, Extremwerte = 1, 1500). Die Beobachterin / der Beobachter protokollierte den Anteil der Vögel mit einem entspannten, bzw. mit einem «unruhigen» Verhalten. Als entspanntes Verhalten wurden Ruhen, Federpflege und Fressen definiert, als «unruhiges» Verhalten das Aufmerken, Schwimmen, Tauchen oder Auffliegen. Die Beobachtungen begannen jeweils 5 min vor dem ersten Überflug und wurden alle 5 min wiederholt. Dabei entsprach die zweite Beobachtung und jede dritte darauf folgende einem Überflug. Die letzte Beobachtung wurde 5 min nach dem letzten Überflug durchgeführt. An jeweils einem der Beobachtungsorte pro Region wurde der maximale Schalldruck in dB gemessen (Geräte Typ 2225, BRÜEL & KJAER).

Das Ausmass der anthropogenen Störungen wurde nicht quantifiziert. An Tagen ohne Flüge wurden jedoch als Referenz Kontrollbeobachtungen nach der gleichen Methode durchgeführt.

3.2 Resultate

Die experimentellen Überflüge wurden an 29 Tagen von Ende Oktober 2001 bis Februar 2002 durchgeführt. Von den total 83 Serien mit insgesamt 326 Flügen wurden 42 Serien (179 Flüge) mit Kleinflugzeugen und 41 Serien (147 Flüge) mit Helikoptern geflogen (Tab. 3). Die Unterschiede in der Stichprobengrösse zwischen Kleinflugzeugen und Helikoptern sowie zwischen den Regionen entstand durch die zeitliche und örtliche Verfügbarkeit der Luftfahrzeuge sowie durch meteorologische Einflüsse.

Die Wasservogelzählungen vor dem Beginn einer Serie ergaben relativ grosse Ansammlungen am Untersee (Mittel = 1081, Median = 450, Extreme = 170, 7260). Die Anzahl Vögel war in der Region Bern deutlich niedriger (Mittel = 193, Median = 160, Extreme = 35, 1080), unterscheidet sich aber wegen der grossen Variationsbreite statistisch nicht signifikant von den Beobachtungsorten im zentralen Mittelland (Mittel = 48, Median = 39, Extreme = 19, 203).

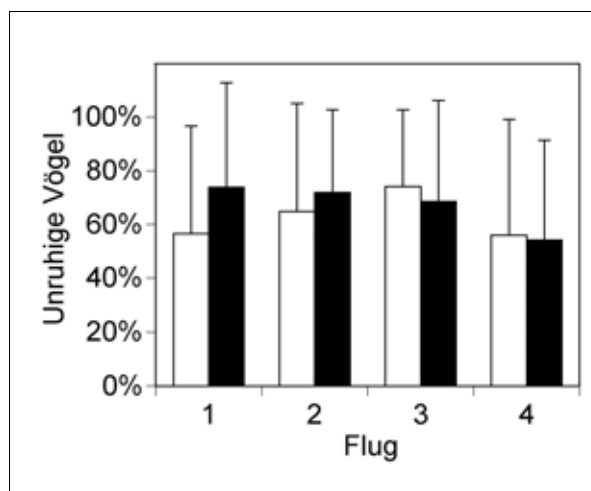
40% der beobachteten Vögel waren Reiherenten, 31% Blässhühner und 18% Tafelenten. Die restlichen Beobachtungen betrafen 29 verschiedene Arten mit $\leq 2\%$ (Entenvögel, Lappentaucher, Kormorane, Reiher und Möwen).

Tabelle 3: Anzahl Überflug-Serien, gruppiert nach Luftfahrzeugtyp und Region.

Serientyp		1	2	3
Kleinflugzeug	Bern	10	6	2
	zentrales Mittelland	6	10	0
	Untersee	4	3	1
Total		20	19	3
Helikopter	Bern	6	6	2
	zentrales Mittelland	2	3	0
	Untersee	0	6	16
Total		8	15	18

Um festzustellen, ob sich im sichtbaren Verhalten der Vögel eine Gewöhnung oder im Gegenteil eine Sensibilisierung bezüglich der Überflüge einstellte, analysierten wir zuerst die Flüge der Serien 2 mit konstanter Flughöhe. Sowohl bei den Überflügen mit Kleinflugzeugen wie auch bei den Helikoptern blieb der Anteil unruhiger Vögel konstant (Abb. 2). Innerhalb der kurzen Zeit der Überflüge einer Serie war also im Verhalten der Vögel weder eine Gewöhnung noch eine Sensibilisierung erkennbar.

Abbildung 2¹: Anteil der unruhigen Wasservögel während der Serien von vier Überflügen mit Kleinflugzeugen auf konstanter Höhe (80 m ü.B. weiss; 150 m ü.B. schwarz). Die T-Striche zeigen die Standardabweichung.



¹ Die Standardabweichung ist ein Streuungsmass, das verwendet wird, um anzudeuten wie weit die Einzelwerte um den angegebenen Mittelwert streuen. In den vorliegenden Daten schwanken die Messwerte naturgemäss stark. Dies ergibt relativ grosse Standardabweichungen. Bei genügender Stichprobenzahl ermöglichen die Standardabweichungen Aussagen darüber, ob die berechneten Mittelwerte statistisch verschieden sind.

3.2.1 Einfluss des Flugzeugtyps und der Flughöhe

Das Verhalten der Wasservögel unmittelbar vor und nach einem Überflug wurde anhand der Daten aus den Serien 1 untersucht (Abb. 3). Damit lagen stets die gleichen potenziellen Störfaktoren vor. Der Anteil der unruhigen Vögel war 5 min vor und 5 min nach einem Überflug gleich, sowohl bei den Überflügen mit Kleinflugzeugen als auch mit Helikoptern. Zudem unterscheiden sich diese Anteile nicht von denjenigen aus den Kontrollbeobachtungen von Tagen ohne Flüge.

Die Wasservögel kehren also offenbar relativ schnell zu ihrem normalen Verhalten zurück. Alle Beobachtungen während der Überflüge können demnach als voneinander unabhängige Ereignisse gewertet werden. Da auch ein Gewöhnungs- und Sensibilisierungseffekt ausgeschlossen werden konnte, wurden für die weiteren Analysen die Überflüge aller Serien einbezogen.

Das Resultat einer multiplen Regression zeigte, dass der Typ des Luftfahrzeuges (Kleinflugzeug oder Helikopter) sowie die Flughöhe den Anteil der unruhigen Wasservögel signifikant beeinflusste. Beim maximalen Schalldruck wie auch für die Flugzeug-, bzw. Helikoptertypen konnte kein Einfluss nachgewiesen werden. Der Anteil der unruhigen Vögel steigt stetig mit abnehmender Flughöhe (Abb. 4). Dabei war er während der Helikopter-Überflüge stets höher als bei den Kleinflugzeugen. Die Wasservögel änderten ihr Verhalten signifikant bei Überflügen von Helikoptern unter 450 m ü.B.; bei Kleinflugzeugen zeigte sich eine tendenzielle Änderung bei Flügen auf 300 m und eine signifikante Änderung bei Flügen unter 300 m ü.B.

Abbildung 3:
 Reaktionen der Wasservögel auf Überflüge der Serie 1 (abnehmende Flughöhe, K: Kontrollbeobachtungen an Tagen ohne Flüge). Unter den Säulen ist die Anzahl Flüge (N) angegeben.

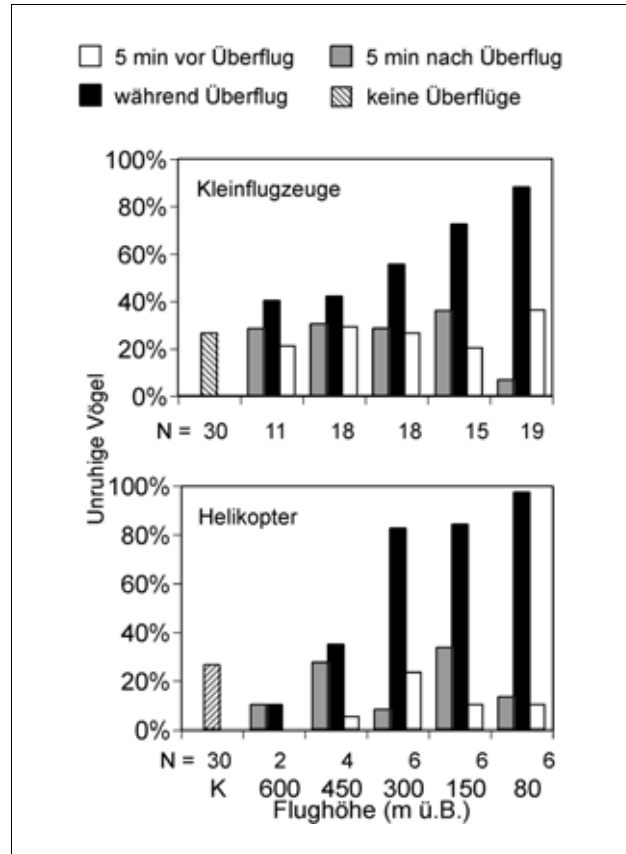
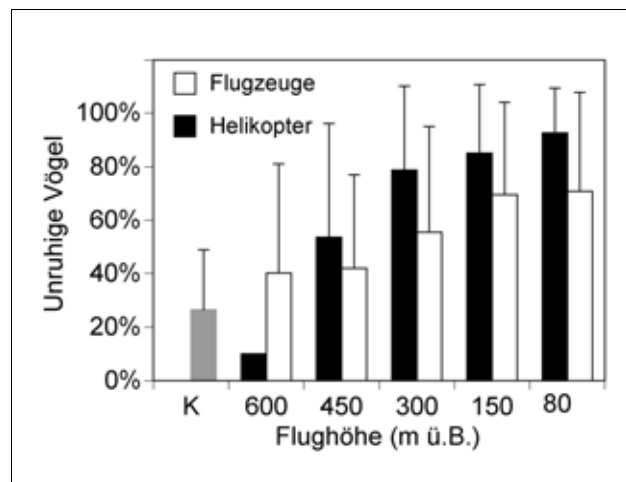


Abbildung 4:
 Vergleich der durchschnittlichen Anteile der unruhigen Wasservögel während der Überflüge und der Kontrollbeobachtungen (K, graue Säule). Die T-Striche illustrieren die Standardabweichung.



3.2.2 Einfluss des Schallpegels

Wie zu erwarten war, korreliert der maximale Schalldruck signifikant mit der Flughöhe (Abb. 5). Helikopter waren durchwegs lauter als Kleinflugzeuge. Der Schalldruck wurde während der Flüge in einer Region jeweils nur an einem der beiden Beobachtungsorte gemessen. Daher ist der Datensatz für diese Variable substanziell kleiner ausgefallen. Vermutlich trat der maximale Schalldruck nur wegen der zu kleinen Stichprobe in der multiplen Regression nicht als signifikanter Faktor auf. Unsere Daten zeigen, dass die Wasservögel ihr Verhalten nicht sichtbar änderten, wenn der Schalldruck bei Kleinflugzeugen unter 64 dB und bei Helikoptern unter 70 dB blieb. Wegen der hohen Korrelation zwischen Flughöhe und Schalldruck kann aufgrund der vorliegenden Daten nicht abschliessend beurteilt werden, ob Vögel durch den optischen oder den akustischen Reiz beunruhigt wurden. Weil Lichtwellen sich jedoch um ein Vielfaches rascher fortbewegen als Schallwellen, sind optische Reize für das Fluchtverhalten die effektivere Information, insbesondere wenn es um die Annäherung von «Luftfeinden» geht.

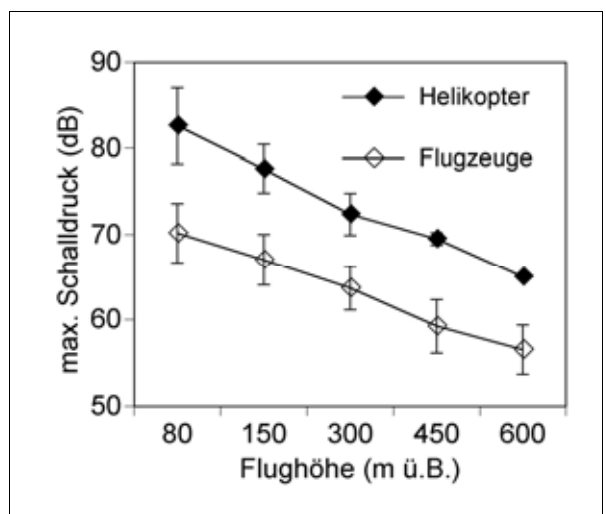


Abbildung 5:
Maximaler Schalldruck in Abhängigkeit von der Flughöhe. Die T-Striche geben die Standardabweichung an.

3.2.3 Vergleich zwischen Vogelgruppen

Um zu untersuchen, ob das Verhalten der Wasservögel zwischen den Arten variiert, teilten wir die Vogelarten in drei Gruppen ein: Gründelenten, Tauchenten und Übrige. Gründelenten, z.B. Stock- und Krickenten, haben die Fähigkeit, fast senkrecht von der Wasseroberfläche aufzufliegen. Tauchenten hingegen, z.B. Tafel- und Reiherenten, fliegen erst nach einer längeren Anlaufphase auf. Bei den übrigen Wasservögeln dominieren die Blässhühner, welche meist nicht in geschlossenen Verbänden beobachtet wurden. Die Daten der Überflüge unterteilten wir in hohe Überflüge (600 und 450 m ü.B.) sowie tiefe Überflüge (300 und 150 m ü.B.). Die Flüge auf 80 m ü.B. liessen wir weg, weil über dem Wohlensee nicht so tief geflogen werden konnte.

Die drei Gruppen unterschieden sich in ihrem Verhalten weder bei den Kontrollbeobachtungen noch bei hohen oder tiefen Überflügen mit Helikoptern oder Kleinflugzeugen. Einzig bei tief überfliegenden Kleinflugzeugen zeigten sich Unterschiede im Anteil unruhiger Vögel zwischen der Gruppe der Tauchenten und der Gruppe «Übrige», aber nicht zwischen Gründel- und Tauchenten.

Der Grossteil der Wasservögel, welche im schweizerischen Mittelland überwintern, zeigt insgesamt ein einheitliches Verhalten. Oft traten am gleichen Ort verschiedene Artgruppen gleichzeitig auf. Wir können daher nicht ausschliessen, dass Unterschiede durch gegenseitige Beeinflussung der Artgruppen verwischt wurden. Zwar wurden einzelne, empfindlichere Arten beobachtet, wie beispielsweise Singschwäne am Untersee, doch reicht die Stichprobengrösse nicht für statistische Analysen aus. Sehr sensible Arten, wie sie in der Literatur erwähnt werden (Limikolen, Gänse, u.a.m.), treten bei uns nicht in grossen Schwärmen auf und fehlen im vorliegenden Datensatz gänzlich.

3.2.4 Vergleich zwischen den Beobachtungsgebieten

Um das Verhalten der Vögel bei möglichst gleichen Bedingungen in den verschiedenen Beobachtungsgebieten zu vergleichen, wurden Überflüge in 150 m Höhe gewählt. Der Anteil der unruhigen Vögel war an den Seen im zentralen Mittelland (Sempacher- und Hallwilersee) während der Überflüge mit Kleinflugzeugen signifikant tiefer als in den anderen beiden Regionen. Bei den Helikopter-Überflügen fanden wir keinen Unterschied.

Im Unterschied zum Wohlensee und dem Niederried Stausee liegen der Hallwiler- und der Sempachersee in einer relativ offenen Landschaft. Flugzeuge können aus grosser Distanz wahrgenommen werden und ein Überraschungseffekt bleibt aus. Zudem sind an diesen letztgenannten Gewässern die Vogelansammlungen wesentlich kleiner als diejenigen am Untersee. In grossen Schwärmen ist die Wahrscheinlichkeit entsprechend grösser, dass sich unter allen Vögeln ein besonders sensibles Tier befindet. Fliegt dieses auf, überträgt sich das Verhalten auf den Rest des Schwarmes. An den beiden Mittellandseen dürfte auch der Anteil an «ortsansässigen» Stockenten und Blässhühnern grösser sein als z.B. am Untersee. Dass die Unterschiede bei den Helikopter-Überflügen nicht auftraten, hat vermutlich damit zu tun, dass die Stichprobengrösse aus dem zentralen Mittelland wesentlich kleiner ist als diejenigen der anderen Gebiete.

3.3 Diskussion und Folgerungen

Dies ist das erste Mal, dass das Verhalten freilebender Wasservögel unter dem Einfluss experimenteller Flüge untersucht wurde. Die Datenauswertung der Verhaltensbeobachtungen der Vögel erlaubt konkrete Aussagen über den Einfluss des Flugzeugtyps und der Flughöhe auf Wasservögel.

Es konnte bestätigt werden, dass Helikopter generell eine grössere Störwirkung als Kleinflugzeuge haben. Helikopter verursachten bei Höhen über 450 m ü.B., Kleinflugzeuge ab 300 m ü.B. keine wesentlichen Verhaltensänderungen.

Die überwiegende Mehrheit der beobachteten Vogelarten waren sehr häufige Arten, die auch in Zivilisationsnähe vorkommen. Das Verhalten der Artgruppen (Grünlenten, Tauchenten, Übrige) unterschied sich nicht wesentlich. Es ist aber anzunehmen, dass anspruchsvollere Arten oder in der Zugzeit rastende Vögel sensibler auf Luftfahrzeuge reagieren, z.B. Gänse und Limikolen.

Das Verhalten der Wasservögel war im östlichen und westlichen Mittelland sehr ähnlich. Die unterschiedliche Grösse der Vogelkonzentrationen hatte dort keinen wesentlichen Einfluss. Die geringeren Reaktionen der Vögel auf den Seen im zentralen Mittelland könnten sowohl auf Gewöhnung als auf geringe Schwarmgrößen zurückgeführt werden. Insgesamt dürften unsere Resultate für die schweizerischen Mittellandseen repräsentativ sein.

4 Beobachtungen zu Reaktionen von Vögeln auf Luftfahrzeuge

Das Verhalten der Vögel gegenüber einem Luftfahrzeug hängt zu einem grossen Teil von der Distanz und vom Typ des Luftfahrzeuges ab. Die in Kapitel 3 dargestellten experimentellen Flüge zeigen diesen Zusammenhang klar auf, berücksichtigen aber nur das Verhalten überwinternder Wasservögel gegenüber Kleinflugzeugen und Helikoptern. Die tatsächlich auftretenden Störereignisse sind aber wesentlich vielfältiger. Luftfahrzeuge werden zu jeder Jahreszeit betrieben, so dass Vögel auch während des Brutgeschäftes oder während der Zugzeiten mit ihnen konfrontiert werden. Zudem treten auch andere Typen von Luftfahrzeugen regelmässig auf. Die Komplexität der Zusammenhänge wurde in der Literaturstudie (siehe Kap. 2) beschrieben. Um eine breitere Übersicht über die Situation in der Schweiz zu erhalten, wurden Beobachtungen aus verschiedenen Regionen zusammengetragen (Abb. 6). Einerseits wurden bestehende Anlagen (Flugfeld) oder geplante Flüge (Flugveranstaltung, Transportflüge) für gezielte Beobachtungen genutzt. Andererseits wurden mittels einer Umfrage bei den freiwilligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Schweizerischen Vogelwarte Zufallsbeobachtungen gesammelt.

Abbildung 6:

Lage der Beobachtungsorte.

- 1 Lugano; Flugveranstaltung
- 2 Nuolener Ried / Wangen-Lachen; Flugfeld
- 3 Bolle die Magadino / Locarno; Flugfeld
- 4 Les Grangettes; Helikopter
- 5 Les Ponts-de-Martel; Helikopter
- 6 Fanel-Chablais de Cudrefin; Luftschiffüberflüge
- 7 Boden- und Untersee; Luftschiffüberflüge
- 8 Ägelsee; Heissluftballon
- 9 Flachsee Unterlunkhofen; Heissluftballon



4.1 Beobachtungen während einer Flugveranstaltung

4.1.1 Flugveranstaltung in der Seebucht von Lugano

Am 21. Juli 2001 wurde eine öffentliche Flugveranstaltung in der Seebucht von Lugano durchgeführt. Das Programm sah Überflüge von Motorflugzeugen, einzeln und in Formation, auch mit Flügen unter 150 m vor. Ebenso wurden Militärluftfahrzeuge, Helikopter und die Wasserung von Wasserflugzeugen vorgeführt.

Die Seebucht von Lugano ist in avifaunistischer Hinsicht kaum von Bedeutung. Das Ufer entlang der Bucht ist vollkommen verbaut und der Strassenverkehr sorgt für einen konstanten Lärmpegel. Zudem werden der Uferbereich wie auch die gesamte

Seefläche intensiv für Freizeit und Erholung genutzt. Zahlreiche Pedalos, private Motorboote und grosse Passagierschiffe kreuzen fortwährend in der Bucht. Der Seegrund fällt steil ab und es ist kaum Ufer- oder Wasservegetation vorhanden; deshalb fehlen der Lebensraum und die Nahrung für anspruchsvollere Vogelarten. Die Avifauna beschränkt sich auf wenige, relativ unempfindliche Arten, die sich an die Anwesenheit der Menschen gewöhnt haben und sich wie Parkvögel verhalten.



Abbildung 7:
Überflug der Patrouille Suisse.
(Foto: S. KOMENDA-ZEHNDER)

Das Verhalten der Wasservögel im Seebecken von Lugano wurde vor, während und nach der Flugveranstaltung durch zwei Personen vom nördlichen und westlichen Uferbereich aus beobachtet. Es waren ausschliesslich Stockenten, Höckerschwäne und Lachmöwen vorhanden, die ein Parkvogel-ähnliches Verhalten zeigten. Sie hielten sich in der Nähe der Passanten in der Nähe des Ufers auf und liessen sich teilweise füttern. Auch am Tag der Flugveranstaltung war ihr Verhalten trotz grossem Publikumsaufkommen und Lautsprecheransagen nicht verändert. Die Beobachtungen sind in Anhang 5 dargestellt.

Die auffälligste Reaktion der Vögel wurde bei der Eröffnung der Flugschau durch die Patrouille Suisse beobachtet (Abb. 7), wobei gleichzeitig die höchsten Schalldrucke (über 100 dB(A)) festgestellt wurden. Dieser Lärm wurde von den Zuschauern als äusserst unangenehm bis schmerzhaft empfunden, was vermutlich auch für die Vögel zutrifft. Trotz weiteren teilweise sehr lauten und überraschenden Flugmanövern verhielten sich die Stockenten und die Höckerschwäne anschliessend während der ganzen Flugveranstaltung sehr ruhig. Teilweise suchten sie unter Bootsstegen Deckung auf. Die Lachmöwen waren auf der Wasserfläche weit exponierter und flogen praktisch bei jedem Tiefflug auf. Ein Schwarm, der noch in Sichtweite lag, landete jeweils nach weniger als einer Minute in der Nähe des Aufflugortes wieder auf der Wasseroberfläche.

Es ist anzunehmen, dass die Energieausgabe der Stockenten und Höckerschwäne durch die Flugveranstaltung kaum erhöht wurde. Bei den Lachmöwen war der Energieverbrauch während der Flugveranstaltung vermutlich erhöht. Es wurden keine auffälligen Reaktionen anderer Vogelarten registriert. Die dreistündige Veranstaltung hatte mit grosser Wahrscheinlichkeit keinen nachhaltig negativen Einfluss auf die Vögel im Seebecken von Lugano.

4.1.2 Folgerungen zu Flugveranstaltungen

Die Beobachtungen in der Seebucht von Lugano können nicht verallgemeinernd für Flugveranstaltungen an anderen Orten oder zu anderen Jahreszeiten gelten. In Lugano waren nur Vogelarten vorhanden, die zu Kulturfolgern geworden sind. Vogelarten, die gewöhnlich naturnähere Habitate bevorzugen, reagieren empfindlicher. (KEMPF & HÜPPOP 1998) betonen, dass sich im Winterhalbjahr Vogelarten auf siedlungsnahen Wasserflächen aufhalten, die sehr sensibel auf Störungen reagieren. (WERNER & SCHUSTER 1985) berichten über panikartige Flucht von Singvögeln in einem Naturschutzgebiet während einer Flugschau.

4.2 Beobachtungen bei Flugplätzen

4.2.1 Nuolener Ried / Flugfeld Wangen-Lachen (SZ)

Das Nuolener Ried befindet sich am linken Ufer des oberen Zürichsees und ist eines der letzten grossflächigen, offenen Riedgebiete der Schweiz. Es figuriert im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung BLN und im Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung. In diesem Naturschutzgebiet halten sich während der Zugzeiten verschiedenste rastende Durchzügler auf, darunter Limikolen und Vögel der offenen Kulturlandschaft. Als Brutvögel treten verschiedene Wasser- und Riedvögel auf, unter anderem auch Arten der Roten Liste wie Graumammer, Drosselrohrsänger und Flusseeeschwalbe.

Im westlichen Teil des Nuolener Riedes befindet sich das Flugfeld Wangen-Lachen (SZ). Bei geeigneten Wetterbedingungen findet ein reger Flugbetrieb statt. Sportflugzeuge nähern sich in Höhen um 350 m ü.B. von Süden her senkrecht zur Landepiste und drehen dann über dem See, um entweder in W–O oder O–W Richtung zu landen. Bei Start- und Landemanövern wird die Riedfläche mit grosser Regelmässigkeit sehr tief überflogen (Abb. 8). Da hier auch Schulungsflüge durchgeführt werden, starten die Sportflugzeuge nach erfolgter Landung oft gleich wieder durch. Am 27. Sept. 01 wurde am späten Vormittag im Durchschnitt alle 4 Minuten eine Flugbewegung (Start, Landung oder Landung mit unmittelbarem Durchstarten) registriert.



Abbildung 8:
Sportflugzeug über dem Nuolener
Ried. (Foto: S. KOMENDA-ZEHNDER)

Die Sportflugzeuge sind während der ganzen Volte vom Boden aus gut sichtbar. Der von ihnen ausgehende Lärm fällt im gesamten Hintergrundlärm von Eisenbahn an der anderen Seeseite, Strassen- und Bootsverkehr nicht besonders auf.

Generell scheint es, dass sich die anwesenden Vögel durch die Flugmanöver der regelmässig auftretenden Sportflugzeuge nicht beunruhigt fühlen (Beobachtungen S. Komenda-Zehnder; schriftl. Mitteilung L. Felix, K. Felix, E. Grether). Am 7. Sept. 01 wurden sechs rastende Braunkehlchen gezielt beobachtet. Sie hielten sich über längere Zeit 400 m östlich der Landepiste in einer etwa 1 m hohen, strukturreichen Riedwiese auf. An diesem Punkt fliegen landende Sportflugzeuge mit gedrosselten Motoren auf etwa 10 m Höhe. Die Braunkehlchen änderten ihr Verhalten während der Beobachtungszeit von 14:30–17:30 h nie aufgrund eines Überfluges. In gleicher Entfernung der Landepiste am Seeufer wurde am 27. Sept. 01 ein Alpenstrandläufer während ca. 20 Minuten beobachtet. Auch hier wurde keine Verhaltensänderung aufgrund eines Flugzeugüberfluges beobachtet.

Kiebitze brüten in der Riedwiese seit Jahren direkt unter den startenden und landenden Sportflugzeugen und lassen sich vom Flugbetrieb offensichtlich nicht stören. Der Bruterfolg wurde indes nicht untersucht. Vögel, die sich in der Umgebung der Piste oder sogar direkt auf der Piste aufhalten, wie Lachmöwen, Grosse Brachvögel, diverse andere Limikolen, Steinschmätzer, Bachstelzen, etc. weichen den Flugzeugen aus, werden aber – abgesehen von der kurzzeitigen Störung – nicht erheblich beeinträchtigt (schriftliche Mitteilung E. Grether). Am 22. Febr. 01 befanden sich ca. 210 überwinternde Grosse Brachvögel direkt bei der Landepiste. Bei der Aufnahme des Flugbetriebes wurden alle Brachvögel aufgescheucht und flogen aus dem Sichtfeld des Beobachters (Schriftliche Mitteilung D. Marques).

Im gleichen Gebiet treten unregelmässig auch Helikopter auf. Besonders bei Tiefflügen kommt es zu auffälligen Reaktionen der rastenden und nahrungssuchenden Vögel (Schriftliche Mitteilung L. Felix, K. Felix, E. Grether). Ebenso führt das plötzliche Auftreten der Flugstaffel der Patrouille Suisse zu Beunruhigung. Spaziergänger mit nicht angeleinten Hunden werden im Nuolener Ried als gravierende Störquelle erachtet. Rastende Limikolen, Möwen und Kleinvögel werden oft aufgeschreckt (Schriftliche Mitteilung L. Felix, K. Felix, E. Grether).

Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass sich die jetzt noch im Nuolener Ried brütenden und rastenden Vögel an den regelmässigen Flugbetrieb der Sportflugzeuge gewöhnt haben. Die gezielten Beobachtungen an Braunkehlchen stehen deshalb in einem gewissen Widerspruch zu den Zufallsbeobachtungen beim Flugfeld Locarno/Magadino. Ob in den vergangenen Jahren Vögel abgewandert sind, kann hier nicht beurteilt werden. Wie die Reaktionen der Vögel im Startsektor ausfallen und ob bei grösserer Bandbreite der startenden und landenden Flugzeuge die Vögel weiterhin ungestört bleiben, wurde nicht untersucht. Helikopter und Flugmanöver der Patrouille Suisse führten zu auffälliger Beunruhigung der Vögel.

4.2.2 Bolle di Magadino / Flugfeld Locarno (TI)

Die Bolle di Magadino sind das Deltagebiet der Flüsse Ticino und Verzasca und liegen am Nordende des Lago Maggiore. Die Bolle bilden ein Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung; sie wurden als Ramsar Gebiet aufgenommen und als Important Bird Area bezeichnet (HEATH et al. 2000). Sie sind ein Wasservogelreservat von nationaler Bedeutung und figurieren im BLN-Inventar sowie im Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung. In unmittelbarer Nähe befindet sich das Flugfeld Locarno mit einem regen zivilen und militärischen Flugbetrieb (Abb. 9). Startende Flugzeuge überfliegen das Naturschutzgebiet regelmässig auf geringer Höhe. Da in den Bolle di Magadino Zugvögel beringt werden, halten sich hier im Herbst und im Frühling kontinuierlich Feldornithologinnen und -ornithologen auf. Diese beobachteten verschiedene Reaktionen von Vögeln auf Flugzeug-Überflüge (Anhang 6).

Abbildung 9:
Blick von Norden auf das
Flugfeld Locarno (links)
und das Naturschutzgebiet
Bolle di Magadino (rechts).
(Foto:
S. KOMENDA-ZEHNDER)



Im Anhang 6 sind zahlreiche nicht systematisch durchgeführte und teilweise aus der Erinnerung protokollierte Beobachtungen zusammengestellt. Offenbar werden immer wieder rastende Vögel durch tiefe Überflüge startender oder landender Flugzeuge aufgeschreckt. Widersprüchlich sind die Hinweise zur Anzahl gefangener Vögel. Hier spielt vermutlich der Zufall mit eine Rolle, indem Vögel bei einer Gelegenheit durch das Aufschrecken in die Netze getrieben wurden, ein anderes Mal aber von den Netzen wegflogen. Das breite Spektrum der bei diesen Beobachtungen einbezogenen Vogelarten, insbesondere auch von Arten, die wohl nur kurzfristig im Gebiet verweilen, weckt den Anschein einer im Vergleich zu andern Flugplätzen eher geringen Gewöhnung der Vögel an den Flugbetrieb. Schreckreaktionen wurden rapportiert, wenn die Höhe eines Flugzeuges ausserordentlich gering schien oder wenn es sich um ein besonders grosses oder lautes Flugzeug handelte.

4.2.3 Folgerungen bezüglich einzelner Flugplätze

In der Nähe von Flugplätzen besteht ein hohes Gewöhnungspotenzial, so dass Vögel mitunter direkt neben der Landepiste brüten; z.T. ergibt sich daraus ein erhöhtes Vogelschlagrisiko. Es scheint, dass sich die im Nuolener Ried beim Flugfeld Wangen-Lachen vorhandenen Vögel an die regelmässigen Anflüge gewöhnt haben. Bei den Bolle di Magadino, einem Rastgebiet von weit grösserer Bedeutung, ist der Flugbetrieb auf dem Flugfeld Locarno unregelmässiger. Zudem halten sich wesentlich mehr Vögel in diesem Naturschutzgebiet auf, welches – im Gegensatz zum Nuolener Ried – nur teilweise als Erholungsraum erschlossen ist. Aussergewöhnlich tief fliegende und laute Flugzeuge, wie sie besonders auch durch den militärischen Flugbetrieb auftreten, haben dabei die grösste Störwirkung.

Ein bei Diskussionen um die Störwirkung von Flugbetrieb meist nicht diskutierter Punkt ist die Tatsache, dass bei einem im Betrieb befindlichen Flugplatz nur noch diejenigen Vögel vorhanden sind, die sich an den Flugbetrieb gewöhnt haben. Was ohne Störung vorhanden wäre, kann in der Regel nicht beurteilt werden. Echte Vergleiche zwischen der Situation vor und nach der Einrichtung von Flugplätzen sind uns nicht bekannt. Immerhin existieren einige Hinweise, dass Vögel aufgrund des Flugbetriebs aus den betroffenen Gebieten abwanderten; z.B. verschwanden anspruchsvolle Brutvogelarten aufgrund von Modellflugbetrieb (RIEDERER 1976), Greifvögel verliessen Brutplätze bzw. Jagdgründe in einem Naturschutzgebiet wegen Helikopterüberflügen und Kleinaviatik (SERIOT & BLANCHON 1996), Gänse verschoben sich in ungestörte Gebiete und nutzten gute Nahrungsgründe (STOCK 1992a,b) oder Mauserplätze nicht mehr (MOSBECH & GLAHDER 1991). Ähnliche Angaben finden sich auch bei ANDERSEN et al. (1990), BRUNS et al. (1994), GILL et al. (1996), LUGERT (1988). Beispiele von anderen Störfaktoren, insbesondere der Jagd, zeigten, dass Wasservogelbestände nach Wegfall der Aktivität rasch anstiegen (GÉROUDET 1967, KELLER & ANTONIAZZA 2001, MADSEN 1998). Am Etournel unterhalb von Genf stieg der Wasservogelbestand nach einem Jagdverbot durch Frankreich von weniger als einem Dutzend auf über 1500 Enten. Auch der Flussstau von Verbois GE schien ein unbedeutendes Gewässer zu sein. Alljährliche Bestandsaufnahmen zeigten für die Jahre 1967 bis 1974 (vor der Einstellung der Jagd) nie mehr als 31 Wasservögel. Seit der Abschaffung der Jagd im ganzen Kanton Genf im Jahre 1975 wurde der Stausee zu einem international bedeutenden Gewässer mit regelmässig 6000 bis 10'000 Enten (SCHIFFERLI 1984, 1989). Das Potenzial dieser beiden Gewässerabschnitte wäre ohne Jagdverbot nie entdeckt worden. Die Störung durch Flugzeuge ist geringer als die der Jagd; aufgrund der vorhandenen Störung ist aber damit zu rechnen, dass empfindliche Arten in den gestörten Gebieten nicht mehr vorhanden sind.

4.3 Beobachtungen während Helikopter-Überflügen

4.3.1 Helikopterflüge in Les Grangettes

Am oberen Genfersee liegt zwischen der Mündung der Rhone und dem Städtchen Villeneuve das Ramsargebiet und Wasservogelreservat von internationaler Bedeutung «Les Grangettes». Dieses Gebiet figuriert im Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung sowie im Inventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung. Im östlichen Teil schützen vorgelagerte Wellenbrecher aus Felsblöcken den Schilfgürtel vor Erosion (Abb.10). Im Winter halten sich in dieser geschützten Bucht zahlreiche Wasservögel auf, darunter insbesondere Reiher-, Tafel- und Kolbenenten sowie Haubentaucher, Blässhühner, Kormorane und Möwen.



Abbildung 10:
Wasservogelansammlung in Les
Grangettes zwischen Schilfgürtel
(links) und Wellenbrecher (rechts).
(Foto: S. KOMENDA-ZEHNDER)

Schwemmhholz und Unrat stellen eine Bedrohung für den Schilfbestand dar, sodass in einer Grossaktion das Schilfgebiet alljährlich gesäubert werden muss. An mindestens zwei Tagen im Spätwinter (März) tragen jeweils etwa hundert Freiwillige Holz und Abfälle an verschiedenen Stellen im Schilf zusammen. Das gesammelte Material wird in Transportnetzen mit einem Kleinhelikopter zu einem Sammelplatz geflogen. Die Flüge erfolgen in Intervallen von wenigen Minuten und dauern meist den ganzen Tag.

Die Entfernung des Schwemmgutes aus dem Schilfgürtel von Les Grangettes ist von zentraler Bedeutung für die Erhaltung dieses Lebensraumes. Der Einsatz eines Helikopters für den Abtransport des Materials ist zweifellos die effizienteste Methode. Die zeitlich beschränkte Störwirkung auf die hier überwinterten oder rastenden Wasservögel muss in Kauf genommen werden. Es bot sich eine willkommene Gelegenheit, um das Verhalten der Wasservögel bei Tiefflügen eines Helikopters zu beobachten. Die Details der Beobachtungen und Situationspläne sind im Anhang 7 dargestellt.

Am 2. März 2002 rasteten über 2000 Enten, v.a. Tafel-, Reiher- und Kolbenenten in der Bucht bei Les Grangettes. Als der Helikopter zu Beginn Tiefflüge in mindestens 500 m horizontalem Abstand ausführte, konnten keine auffälligen Verhaltensände-

rungen bei den Enten beobachtet werden. Offensichtlich sind sie gegenüber Lärm relativ tolerant, auch wenn es sich hier um ein ausserordentliches Ereignis handelte, bei dem Gewöhnung ausgeschlossen werden kann. Das Unterschreiten einer seitlichen Distanz von rund 500 m löste hingegen in jedem Fall Unruhe aus, welche sich in Aufblicken und beschleunigtem Schwimmen äusserte. Bei weiterer Annäherung flogen die Wasservögel, unabhängig von der Art, auf. Während sich Kormorane und Möwen sofort aus dem Gebiet entfernten, kehrten die Tafel-, Reiher- und Kolbenenten wiederholt nach längerer Flugphase zurück. Erst nachdem sie viermal aufgeflogen waren, liessen sie sich in grösserer Distanz nieder (Abb.11). Dies zeigt die grosse Bindung dieser Arten an ein geeignetes Rastgebiet.



Abbildung 11:
Helikopterschwebeflug, während dem ein Transportnetz angehängt wird. Im Becken halten sich nur noch einzelne Wasservögel auf.
(Foto: S. KOMENDA-ZEHNDER)

Da gegen Ende des Winters die auf den Schweizer Seen überwinterten Wasservögel allmählich in ihre Brutgebiete aufbrechen, war die Anzahl Vögel in der Bucht von Les Grangettes am 9. März geringer als am 2. März. Die Beobachtungen an diesem Tag bestätigten jedoch die Unterschiede zwischen den Vogelarten bezüglich ihrer Toleranz gegenüber Störereignissen. Erneut verliessen Kormorane und Möwen beim Eintreffen des Helikopters sofort ihre Rastplätze auf den Wellenbrechern, während andere Arten wie beispielsweise Haubentaucher und Blässhühner jeweils wiederholt schwimmend die Distanz zum Helikopter vergrösserten. Auch Höcker Schwäne und Stockenten verliessen das Gebiet nicht. Zudem wurden auch Unterschiede im Verhalten bei Individuen der gleichen Art festgestellt. Bei den Tafelenten gab es stets Individuen, die an Ort verblieben, auch wenn ein grosser Anteil ihrer Artgenossen wegflog.

Für eine Umweltverträglichkeitsprüfung in Zusammenhang mit einem Helikopter-Landeplatz südlich von Villeneuve führten Ecoscan SA 1997/98 experimentelle Helikopter-Flüge u. a. über dem Gebiet von Les Grangettes durch (MAUMARY & JUNKER 1998, unveröffentlichtes Gutachten). Es standen Helikopter der Typen Alouette II und Ecureuil zur Verfügung, mit denen insgesamt 64 Überflüge auf entweder 150 oder 450 m über Grund gemacht wurden. Im Januar flogen Reiher, Kormorane und Möwen bei den Überflügen auf 150 und 450 m über Grund weg, während verschiedene Entenarten keine Reaktion zeigten. Dies bestätigt unsere eigenen Beobachtungen über die unterschiedliche Toleranz verschiedener Arten. Im

Juni wurde dieser Unterschied ebenfalls dokumentiert. Während die Kormorane, Reiher und Möwen bei den Überflügen auf 450 m über Grund aufblickten, flogen sie bei den 150 m Flügen weg.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Helikopter in einer vertikalen oder horizontalen Distanz von minimal 500 m keine sichtbaren Verhaltensänderungen auslösen, auch wenn der Lärm gut wahrnehmbar ist. Reiher, Möwen und Kormorane reagieren bei einem Störereignis mit Verlassen des Gebietes, während Enten eher beunruhigt im Gebiet bleiben oder nach einem Flug wieder zurückkehren. Bei Unterschreitung einer horizontalen oder vertikalen Distanz von 500 m von Helikopterflügen zeigen Wasservögel offensichtlich bedeutende Reaktionen. Diese horizontale Distanz wurde mehrfach anhand von Geländemarken während der Transportflüge bestätigt, die vertikale Distanz wurde experimentell in der Studie von MAUMARY & JUNKER (1998) überprüft.

4.3.2 Helikopterflüge bei Les Ponts-de-Martel

Die Tourbières des Ponts-de-Martel, auf 1000 m ü.M. gelegen, sind mit 130 ha das grösste Hochmoorgebiet der Schweiz und eine Moorlandschaft von nationaler Bedeutung (BARKHAUSEN & GEISER 1997). Zudem figuriert es im BLN-Inventar und ist ein kantonales Naturschutzgebiet. Zudem wurde dieses Gebiet als so genannte Important Bird Area ausgeschieden, als ein Vogelgebiet von internationaler Bedeutung, wo Schutzanstrengungen gezielt ansetzen müssen (HEATH et al. 2000).

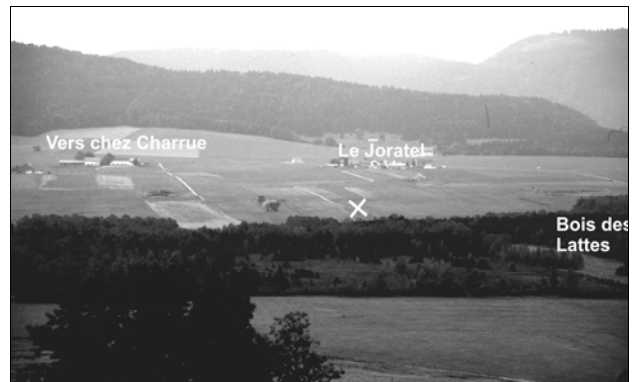


Abbildung 12:
Blick von Norden aus über das Naturschutzgebiet Les Ponts-de-Martel zum Helikopterlandeplatz (Kreuz).

Helischulungsaktivitäten beim Naturschutzgebiet

Im Jahre 1997 wurde in einem an das Schutzgebiet angrenzenden Gebiet eine Aussenlande Bewilligung des BAZL für die Pilotenschulung erteilt. Der Landeplatz befindet sich auf einer extensiv bewirtschafteten Fläche, in ca. 300 m Distanz vom unter Schutz stehenden Gebiet (Abb. 12). Seit Aufnahme der Schulungsflüge gab es insbesondere im Frühling zahlreiche Helikopterflüge mit Tiefflug- und Schwebübungen im gesamten Talbereich. Das Gebiet scheint aber auch für weitere Helikopter von Interesse zu sein. Es wurden wiederholt auch Helikopter anderer Betreiber sowie der Schweizer Armee beobachtet.

**Besondere Vogel-
vorkommen bei
Les Ponts-de-Martel**

Im Gebiet des Hochmoores befinden sich wichtige Brutbestände von Braunkehlchen, Baumpiepern und Wiesenpiepern. In der umliegenden Kulturlandschaft brüten Feldlerchen in relativ hoher Dichte, Wachteln werden regelmässig vernommen. Dies sind Arten, welche auf extensiv bewirtschaftete, offene und halboffene Landschaften angewiesen sind. Das Braunkehlchen und der Wiesenpieper erscheinen auf der Roten Liste unter den potenziell gefährdeten Arten, die Wachtel ist als gefährdet klassiert (KELLER et al. 2001).

Die ganze Vallée de la Sagne gilt in der Schweiz als eines der wichtigsten Gebiete für den Wachtelkönig, einer Art, die weltweit gefährdet und in der Schweiz als Brutvogel vom Aussterben bedroht ist (KELLER et al. 2001).

Kiebitze brüteten bis 1996 in geringer Zahl, jedoch regelmässig in den Marais de Brot, einem der höchsten Brutplätze der Schweiz (SCHMID et al. 1998). Ab 1997 wurden zwar Einflüge, aber keine erfolgreichen Brut mehr festgestellt (Anhang 8). Der Kiebitzbestand ging in Les Ponts-de-Martel entsprechend der gesamtschweizerischen Entwicklung zurück. Zudem entspricht die Höhenlage von Les Ponts-de-Martel der oberen und die Schweiz allgemein der südlichen Verbreitungsgrenze des Kiebitzes. Obwohl der lokal beobachtete Rückgang zeitlich mit der Einrichtung der Helikopter-Flugschule zusammenfällt und seit Frühling 1997 Helikopter regelmässig und zum Teil im Tiefflug die potenziellen Kiebitz-Brutgebiete überflogen, ist ein ursächlicher Zusammenhang nicht nachweisbar, eine Beschleunigung des Verschwindens aber plausibel.

4.3.3 Helikopter-Übungen im Marais de Brot

Vom 18. bis 30. März 2000 wurden im Marais de Brot, bedingt durch die relativ ungünstige Witterung, ausserordentlich viele Zugvögel beobachtet (u.a. Sperber, Bekassinen, Raubwürger, Wiesen- und Bergpieper, Zilpzalp, Ring-, Wacholder-, Mistel-, Sing- und Rotdrosseln, Berg- und Distelfinken, Gold- und Rohrammern). Am 30. März 2000 flog um 15:20 Uhr ein relativ grosser Transporthelikopter vom Typ Bell (Abb. 13) in unmittelbarer Nähe der Marais Rouges ein (schriftliche Mitteilung J.-D. Blant). Dieser Helikopter führte eine Notlandeübung bis auf 30 m über Grund durch, wie sie während Flugschulungen als Simulation von Turbinenausfällen geübt werden. Dabei entstand ein sehr grosser Lärm. Das Manöver wurde von den Marais de Brot aus über ca. 1500 m Distanz beobachtet. Die Vögel, welche sich in den Marais de Brot aufhielten, wurden auf dramatische Art und Weise aufgeschreckt. Soweit sichtbar, flogen überall Drosseln, Stare und Finkenartige in einem Umkreis von mindestens 1500 m um die Störquelle unruhig umher.

Abbildung 13:
Ein Helikopter dieses Typs
scheuchte Vögel in grossem
Umfeld der Marais rouges auf.
(Foto: www.heliweb.ch)



4.3.4 Einzelbeobachtungen von Helikopter-Überflügen

Im Anhang 9 sind durch Helikopter verursachte Störereignisse aufgelistet, wie sie zufälligerweise von Feldornithologinnen und Feldornithologen beobachtet wurden. Diese Beobachtungen zeigen, dass Helikopterflüge unter ca. 300 m ü.B. in allen rapportierten Fällen zu einer Beunruhigung der anwesenden Vögel führten. Die Flughöhe wurde von den Beobachtern anhand von Geländestrukturen geschätzt. Die Reaktion von Wasservögeln fiel jeweils besonders augenfällig aus. Wie die Beobachtung von Greif- und Singvögeln zeigte, führte ein Helikopter-Überflug aber auch bei anderen Vogelarten zu bedeutenden Verhaltensänderung. Die Nahrungssuche wurde unterbrochen und die Vögel flogen zum Teil panikartig umher. Nahrungs- und Rastgebiete wurden zumindest vorübergehend verlassen.

4.3.5 Folgerungen bezüglich Helikopter-Überflüge

Die meisten Meldungen von Störereignissen betrafen tiefe Flüge von Helikoptern. Die Flughöhen konnten nur mit Hilfe von Objekten in der Umgebung geschätzt werden, lagen aber mit grosser Sicherheit unter 300 m ü.B. Besonders wo Helikopter über Naturschutzgebieten oder daran angrenzend flogen (Bolle di Magadino, Les Ponts-de-Martel, Kaltbrunner Riet, Fanel, Ägelsee, Les Grangettes) wurden rastende und nahrungssuchende Vögel verschiedenster Arten aufgescheucht. Bei Zugvögeln, aber auch bei brütenden und überwinterten Vögeln, ergibt sich dadurch ein zusätzlicher Energieverbrauch. Wiederholte Störereignisse, wie sie zum Beispiel bei der Jagd nachgewiesen sind (siehe 4.2.3) und bei Schulungsflügen auftreten, können dazu führen, dass ein Gebiet zunehmend gemieden wird. Dadurch kommt es indirekt zu einem Habitatverlust.

4.4 Beobachtungen während Luftschiff-Überflügen

4.4.1 Luftschiff über dem Neuenburgersee

Während der Schweizerischen Landesausstellung Expo.02 (15. Mai bis 20. Oktober 2002) fanden im Gebiet des Neuenburgersees Überflüge mit einem Luftschiff der Firma Skycruise statt (Abb. 14). Das Luftschiff des Typs «Skyship 600» fliegt üblicherweise mit einer Reisegeschwindigkeit von 65 km/h auf 300 m ü.B. Es ist 61 m lang und 19,2 m breit. Der Geräuschpegel beim Überflug entspricht etwa demjenigen einer Unterhaltung und ist damit im Vergleich zu anderen Luftfahrzeugen leise.

Am Nordostende des Neuenburgersees liegt im südöstlichen Uferbereich das Wasservogelreservat von internationaler Bedeutung Pointe de Marin/Fanel/Chablais de Cudrefin (BE, NE, FR, VD). Dieses Gebiet figuriert im Inventar der Flachmoore und im Inventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung sowie im BLN-Inventar. Dieses Reservat ist als Ramsargebiet ausgewiesen und ist ein bedeutendes Brut- und Rastgebiet für Wat- und Wasservögel, welche gut vom Ufer aus beobachtet werden können. Während der Dauer der Expo.02 wurden wiederholt Störereignisse beobachtet, welche durch ein Luftschiff verursacht wurden (Anhang 10.1).



Abbildung 14:
Skyship 600.
(Foto: Skycruise Switzerland Ltd.)

Das während der Expo.02 am Neuenburgersee betriebene Luftschiff überflog die Naturschutzgebiete am südöstlichen Ufer in unregelmässigen Abständen und auf unterschiedlichen Routen. Das Luftschiff erschien den Beobachtern als grosses Flugobjekt, welches einen grossen Schatten auf den Boden warf. Der Geräuschpegel war relativ niedrig. Offenbar wurden die brütenden und rastenden Wasservögel bei jedem mehr oder weniger direkten Überflug über das Naturschutzgebiet aufgeschreckt. Dabei zeigten Gänse eine anhaltendere Unruhe als Möwen. Es scheint, dass allein der optische Reiz für diese Schreckreaktionen genügt. Eine Gewöhnung schien sich nicht einzustellen, möglicherweise weil das Luftschiff sowohl zeitlich als auch räumlich unregelmässig auftrat, vielleicht auch weil die anwesenden Vögel nicht immer dieselben waren.

4.4.2 Luftschiff über dem Untersee und Bodensee

Von Friedrichshafen aus wird ganzjährig ein Luftschiff des Typs Zeppelin NT mit einer Länge von 75 m und einer Breite von max. 19,5 m betrieben (Abb. 15). Dieser Zeppelin erreicht eine maximale Geschwindigkeit von 125 km/h. Die Flugrouten sind mehr oder weniger konstant. Die Westschleife führt über Meersburg, Insel Mainau und Konstanz.

Während der experimentellen Flüge am Untersee (siehe Kap. 3) wurde im Januar 2001 dieses Luftschiff über dem Wollmatinger Ried beobachtet. Die Flughöhe wurde nicht geschätzt. Obwohl zu jener Zeit Tausende von Tauchenten in diesem Gebiet überwinterten, konnte keine Reaktion beobachtet werden. Im September 2003 beobachtete B. Schürenberg einen Zeppelin, welcher deutlich unter 300 m ü.B. flog (Höhe auf höchstens 2,5fache Zeppelinlänge geschätzt). Dabei flogen alle 2000 Kolbenenten auf und landeten erst nach 15 bis 20 min wieder. Ebenfalls aufgescheucht wurden alle Brachvögel und ein Silberreiher (schriftl. Mitteilung B. Schürenberg). Ähnliche Reaktionen wurden wiederholt am Nordwestufer des Bodensees beobachtet (Anhang 10.2)



Abbildung 15:
Zeppelin NT.
(Foto: www.skytravel24.de)

Während überwinternde Tafel- und Reiherenten beim Wollmatinger Ried nicht sichtbar auf den Überflug eines Luftschiffes reagierten, löste das gleiche Luftschiff im Herbst und bei Immenstaad wiederholt Fluchtreaktionen von Wasservögeln aus. Mögliche Gründe für die Unterschiede könnten sein: unterschiedliche Flughöhe, unterschiedliche seitliche Distanz zwischen Vögel und Luftschiff, unterschiedliche Überflugfrequenz in den Jahren 2001 und 2002/03 und damit Unterschiede in der Gewöhnung sowie Reizsummation bei Immenstaad und damit höhere Sensibilität der Vögel.

4.4.3 Folgerungen bezüglich Luftschiff-Überflügen

Luftschiffe, auch Zeppeline genannt, werden (in der Schweiz noch selten) für touristische Rundflüge eingesetzt. Flüge werden nur bei guter Sicht, wenig Wind und genügender Nachfrage durchgeführt. Passagiere können ihren Flug aus einer vorgegebenen Auswahl an Routen oft selbst bestimmen. Luftschiff-Überflüge sind daher eher sporadisch auftretende Ereignisse. Eine Gewöhnung der Vögel ist unter diesen Voraussetzungen schwierig. Obwohl Luftschiffe im Vergleich zu anderen

Luftfahrzeugen leise sind, genügt offensichtlich der optische Reiz der ungewöhnlichen Grösse, um bei Wasservögeln eine Fluchtreaktion auszulösen. Dennoch wurde in einem Fall festgestellt, dass ein grosser Schwarm Tafel- und Reiherenten nicht auf das Luftschiff reagierte. Durch sorgfältige Routenwahl und konstantes Einhalten dieser Route mit genügendem Abstand und/oder Flughöhe könnten ev. Störungen weitgehend vermieden werden.

4.5 Beobachtungen während Heissluftballon-Überfahrten

Heissluftballone sind rund 25 m hoch und haben einen Durchmesser von etwa 18 m. Um die Höhe zu halten, muss für die Dauer von 15 bis 35% der Flugdauer der Brenner immer wieder gezündet werden. Messungen ergaben, dass ein Heissluftballon auf 150 m über Grund einen Lärm-Spitzenpegel von etwas weniger als 50 dB(A) verursacht. Auf 2 m Distanz zum Brenner wurden etwa 90 dB(A) gemessen (DAeC & BN 2003).

4.5.1 Heissluftballon Überfahrten über dem Ägelsee (TG)

Der Ägelsee (TG) ist ein Wasservogelgebiet von regionaler Bedeutung und wird als besonders wertvoller Limikolenrastplatz eingestuft (SCHMID et al. 1992). Überfahrten von Heissluftballonen fanden hier immer wieder statt. Für drei Ereignisse hat H. Leuzinger die Reaktion der Wasservögel protokolliert (Anhang 11.1). Bei zwei Überfahrten, die auf 200 m und tiefer stattfanden (Schätzung anhand Landschaftsstruktur), flohen rastende Enten zumindest teilweise. Bei einer Fahrt auf grösserer Höhe (schätzungsweise über 300 m) blieb eine Reaktion aus.

4.5.2 Heissluftballon-Überfahrt über dem Flachsee (AG)

Der Flachsee bei Unterlunkhofen (AG) ist durch Aufstauung der Reuss entstanden und ist ein Wasservogelschutz- und Auengebiet von nationaler Bedeutung. Dieses Gebiet figuriert zudem im BLN-Inventar. Die Reservatsaufseher der Aargauischen Reussebene konstatierten wiederholte Störereignisse, welche durch Luftfahrzeuge verursacht wurden. Zwei Beispiele von Heissluftballon-Überfahrten sind in Anhang 11.2 beschrieben (Abb.16). Durch die persönliche Information der Piloten über die Problematik im Naturschutzgebiet wurde eine Entschärfung des Konfliktes erreicht.



Abbildung 16:
Heissluftballon über dem Flachsee.
(Foto: D. THIEL)

4.5.3 Folgerungen bezüglich Heissluftballon-Überfahrten

Die in Anhang 11 zusammengefassten Beobachtungen zeigen, dass es bei tiefen Fahrten von Heissluftballonen, schätzungsweise unter 300 m ü.B., immer wieder zu Fluchtreaktionen von Wasservögeln kommt. Das unregelmässige Auftreten verhindert auch in Gebieten, wo Überfahrten relativ häufig vorkommen, wie beim Ägelsee, eine Gewöhnung. Bei geringer Höhe spielt einerseits der Überraschungseffekt beim plötzlichen Auftauchen über der Vegetation eine Rolle. Andererseits löst das Zünden des Brenners Schreckreaktionen aus, auch wenn der Schallpegel offenbar bei den neueren Geräten nicht sehr hoch ist.

Im Winter 2001/2002 wurden in Nordrhein-Westfalen experimentelle Überflüge mit Heissluftballonen durchgeführt (DAeC & BN 2003). Bei den neun Ballonfahrten wurden rastende Gänse (überwiegend Bläss- und Saatgänse) vom Boden und aus dem Ballon beobachtet. Bei einer Überfahrhöhe von mindestens 500 m über Grund flogen die Gänse nicht auf. Diese Experimente zeigen, dass eine Erhöhung der Überfahrhöhe über Wasservogelschutzgebieten die Störwirkung von Heissluftballonen deutlich verringern kann.

4.6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Abgesehen von den Beobachtungen bei der Flugveranstaltung in Lugano und bei den Helikopter-Transportflügen in Les Grangettes, handelt es sich um (mit einer Umfrage erhobene) nicht systematische Beobachtungen von Störereignissen. Die Umfrage-Ergebnisse liefern Zufallsbeobachtungen von beobachteten Störungen. Hinweise auf Situationen, in denen Vögel keine Reaktion auf Luftfahrzeuge zeigten, fehlen. Angesichts der grossen Anzahl Kontaktierter – rund 1400 Personen – fielen die Rückmeldungen eher spärlich aus. Die Erfassung von Reaktionen auf Störereignisse ist für ungeschulte Beobachterinnen und Beobachter allerdings nicht einfach.

Die Resultate dieser nicht systematisch organisierten Beobachtungen bestätigen das Bild, welches bereits in der Literaturstudie und mit den experimentellen Flügen aufgezeigt wurde. Bei jeglicher Art von Luftfahrzeugen ist eine geringe Flughöhe entscheidend für eine auffällige Störwirkung. Hohe Schallpegel, wie sie bei Helikoptern oder Jets auftreten, können die Wirkung verstärken. Seltene Ereignisse, wie etwa Überflüge von Luftschiffen, können allein durch das optische Erscheinungsbild Fluchtreaktionen auslösen. Eine Gewöhnung kann sich bei unregelmässig auftretenden Luftfahrzeugen nicht einstellen.

Die zusammengetragenen Beobachtungen decken eine grosse Bandbreite von Störereignissen durch Luftfahrzeuge ab, die in der Schweiz auftreten; als Zufallsbeobachtungen können sie aber nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Die Störwirkung hängt primär ab vom Typ des involvierten Luftfahrzeuges, den Distanzen, der Dauer des Ereignisses sowie von den betroffenen Vogelarten und deren

jahreszeitlich bedingter Situation. Die Vorkommnisse werden deshalb im Folgenden noch separat nach Flugzeugtyp bzw. Orten mit Flugbetrieb beurteilt.

- Flugveranstaltung** Eine Flugveranstaltung bedeutet eine auf wenige Stunden beschränkte, aber intensive Störung. Die Flugveranstaltung bei Lugano zeigte, dass Vögel, welche in Siedlungsnähe vorkommen, vorübergehend geschützte Orte aufsuchen oder Abstand nehmen, vermutlich aber die Stresssituation unbeschadet überstehen. Es ist anzunehmen, dass sensiblere Vogelarten mit höheren Ansprüchen an ihren Lebensraum heftigere Reaktionen zeigen. Die im Einzelfall zu erwartenden Auswirkungen sind deshalb stark ortsabhängig.
- Flugfelder** Vögel, die längere Zeit im Bereich eines Flugfeldes leben (sich also nicht durch den Flugbetrieb aus dem Gebiet vertreiben liessen) gewöhnen sich an regelmässigen Flugbetrieb mit stets ähnlichen Flugzeugen und konstanten An- und Abflugrouten. Unregelmässigkeiten oder Ausnahmeerscheinungen, wie ungewöhnlich laute oder tief fliegende Flugzeuge, können aber auch hier Fluchtreaktionen auslösen. Zu beachten ist, dass empfindlichere Arten wahrscheinlich aus Gebieten mit Flugfeldern abgezogen sind. Für die vorliegende Studie bedeutet es, dass Reaktionen solcher Arten in der Regel nicht erfasst werden.
- Helikopter** Die häufigsten der gemeldeten Störereignisse mit sehr auffälligen Folgen wurden durch Helikopter verursacht. Helikopter fliegen auf nicht vorhersehbaren Routen, fliegen oft wesentlich tiefer und verursachen einen grösseren Lärm als andere motorisierte Luftfahrzeuge. Insbesondere in Naturschutzgebieten können die Folgen dramatisch sein, so dass ein betroffenes Gebiet seine Funktion als Brut- und Rastgebiet für die Vögel zumindest vorübergehend nicht mehr erfüllen kann.
- Luftschiff** Luftschiffe zeichnen sich durch ihre auffällige Grösse und geringe Lärmemission aus. Das optische Erscheinungsbild genügte in verschiedenen Fällen, um Fluchtreaktionen bei Wasservögeln auszulösen. Unter bestimmten Voraussetzungen (vermutlich eine minimale Flughöhe verbunden mit dem Einhalten bestimmter Routen) scheint eine Minimierung des Störeinflusses möglich.
- Heissluftballone** Heissluftballone verursachten vor allem dann eine Störung, wenn auf geringer Höhe der Brenner gezündet wurde. Offenbar handelt es sich bei beobachteten Störereignissen teilweise um tiefe Überfahrten kurz nach dem Start oder aber zu Trainingszwecken (Höhenabschätzung, Wasserung).

5 Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte zur Reduktion von Störungen

5.1 Grundlagen zur Störwirkung von Luftfahrzeugen auf Vögel

Die folgenden Empfehlungen beruhen auf Experimenten mit Helikoptern und Kleinflugzeugen an überwinternden Wasservögeln im schweizerischen Mittelland (Kapitel 3), auf mehr oder weniger zufälligen Beobachtungen von Reaktionen unterschiedlicher Vogeltypen auf verschiedene Luftfahrzeuge in eher stark besiedelten Regionen der Schweiz (Kapitel 4) sowie auf einer weltweiten Literaturrecherche (Kapitel 2), die alle wesentlichen Luftfahrzeugtypen und zum Teil auch anthropogen wenig beeinflusste Gebiete einschliesst. Nachstehend werden daraus Folgerungen für die Schweiz gezogen. Diese können nicht ohne weiteres auf dünn besiedelte Gebiete übertragen werden, in denen Vögel zum Teil wesentlich empfindlicher auf Überflüge reagieren.

Der Vollständigkeit halber werden in diesem Bericht auch mögliche Massnahmen bezüglich der Auswirkungen des Betriebs von Modellflugzeugen abgegeben. Dies obwohl die damit verbundene Problematik in wesentlichen Teilen stark von derjenigen der allgemeinen Luftfahrt resp. des Luftverkehrs im Sinne der schweizerischen Gesetzgebung abweicht.

Generell zeigt sich, dass die Störwirkung von Flugkörpern mit der Flughöhe bzw. Horizontalentfernung abnimmt. Verschiedene Experten erachten 500 m als eine relativ sichere Vertikal- bzw. Horizontalabstand für die Vermeidung von Störungen. Experimente mit Wasservögeln in der Schweiz ergaben, dass Helikopter nicht mehr störten, wenn sie höher als 450 m flogen, Flächenflugzeuge, wenn sie höher als 300 m ü.B. flogen. Bei motorisierten Modellflugzeugen empfehlen SCHEMEL & ERBGUTH (1992) einen horizontalen Mindestabstand von 1000 m zwischen dem äussersten Radius des Fluggeländes und der Grenze eines Naturschutzgebietes.

Hohe Schallpegel, wie sie bei Helikoptern oder Jets auftreten, können die Störwirkung verstärken. Luftschiffe können jedoch, trotz geringer Lärmentwicklung, allein durch das optische Erscheinungsbild eines aussergewöhnlichen Flugkörpers, Fluchtreaktionen auslösen. Dies gilt auch für Heissluft- und Gasballone auf geringer Höhe.

Je unregelmässiger und überraschender Flugkörper auftauchen und je variabler ihre Flugbahn ist, desto stärker ist ihr Störpotenzial. Kleine, wendige Flugzeuge scheinen eine relativ grosse Störwirkung zu haben. Der gegenüber Flächenflugzeugen erhöhte Störeffekt von Helikoptern dürfte nicht nur durch den stärkeren Schall, sondern auch durch deren relative Seltenheit bedingt sein; hinzu kommt, dass Helikopter oft eher tief und nicht auf festgelegten Routen fliegen. Je ungestörter und naturnäher ein Gebiet ist, desto stärker dürften sich sporadische oder geklumpt auftretende Störungen auswirken. Geklumpte (d.h. auf bestimmte Orte und/oder Zeiten konzentrierte) Störungen ergeben sich z.B., wenn an einzelnen Wochenenden in der Nähe eines Naturschutzgebietes Veranstaltungen mit motorisierten Modellflugzeugen durchgeführt oder Heissluftballone gestartet werden.

Auf Flugplätzen mit regelmässigem Flugverkehr sind die längerfristig vorkommenden Vögel an den Betrieb gewöhnt und lassen sich durch den normalen Flugbe-

trieb kaum stören, während kurzfristig anwesende Vögel störanfälliger sind und besondere Ereignisse im Flugverkehr ein erhöhtes Störpotenzial enthalten. Sensible Arten sind in stark durch menschliche Einflüsse gestörten Gebieten oft gar nicht mehr vorhanden. Ihre Störanfälligkeit ist deshalb in solchen Gebieten der direkten Beobachtung kaum zugänglich.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Beschränkung der Überflughöhen über Störung empfindlicher Schutzgebiete und ihren Pufferzonen auf Höhen über 450 m (für Flächenflugzeuge ev. auch über 300 m) in den meisten Fällen einen wirkungsvollen Schutz gewährleisten könnte¹. Pufferzonen mit einer horizontalen Ausdehnung von 500 m ab Reservatsgrenze sind nötig, damit die Mindestdistanz auch von der Seite her nicht unterschritten wird. Diese Pufferzone von 500 m muss auch für Modellflugzeuge sowie Hängegleiter gelten.

5.2 Grundlagen zum Schutz von Arten, Lebensräumen und Gebieten

Der gesetzlich abgestützte Naturschutz kennt verschiedene Instrumente, um sein Ziel der Erhaltung der Vielfalt an Arten, Lebensräumen, Lebensgemeinschaften, Ökosystemen und Prozessen zu erreichen (BOLLMANN et al. 2002). Dazu gehören der *Artenschutz* (ausgerichtet auf besonders gefährdete oder verletzte Arten), der *Habitat- oder Biotopschutz* (Naturschutz auf der ganzen Fläche, z.B. über ökologische Ausgleichsmaßnahmen) und der *Gebiets- oder Flächenschutz* (Schutzgebiete wie Nationalparks, Natur- und Landschaftsparks, Reservate etc.). Die Reduktion von Störungen durch Luftfahrzeuge muss wohl in den meisten Fällen auf den Bereich *Gebiets- oder Flächenschutz* ausgerichtet werden, da nur dort kartographisch erfassbare Flächen mit allfälligen Einschränkungen belegt werden können. Das Vorkommen gefährdeter Arten kann dazu beitragen, die Schutzwürdigkeit einzelner Gebiete zu unterstreichen.

Ein Beispiel zum Gebietsschutz im Ausland liefert die Erklärung von Stade (Tri-lateraler Wattenmeerplan, CWSS 1997). Dort sind im Kapitel 9.1. für den zivilen Flugverkehr folgende konkrete Einschränkungen für das Wattenmeergebiet festgelegt:

- a) Mindestflughöhe 450–600 m;
- b) Ausnahmegenehmigungen können aus Sicherheitsgründen erteilt werden, müssen aber auf besonders ausgewiesene Flugkorridore in weniger empfindlichen Teilen des Wattenmeergebietes beschränkt werden;

¹ Unter Pufferzonen versteht man Flächen, die Lebensräume von besonderer Schutzwürdigkeit vor einer Gefährdung durch Nutzungen in der Umgebung und den davon ausgehenden Belastungen schützen. Oft sind es Streifen rund um Naturschutzgebiete, die mit Nutzungseinschränkungen belegt sind. Sie sollen nicht nur negative Einflüsse intensiver Landwirtschaft, sondern auch andere Störeinflüsse von der unmittelbaren Reservatsgrenze fern halten.

- c) Flugrouten und Flughöhen von Hubschraubern werden so festgelegt, dass Störungen der Tierwelt im Wattenmeergebiet so gering wie möglich gehalten werden.

5.2.1 Vogelarten mit besonderen Schutzbedürfnissen

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Vielfalt der wild lebenden Tier- und Pflanzenarten in der Schweiz erheblich verringert (BUWAL 2002). Im Internationalen Vergleich weist unser Land einen hohen Anteil an gefährdeten Arten auf (OECD 1999).

Die neue Rote Liste der Brutvögel der Schweiz (KELLER et al. 2001) wurde gemäss internationalen Kriterien und Richtlinien (IUCN 2001) erstellt. Von 195 regelmässig in der Schweiz brütenden Vogelarten sind 44 als verletzlich eingestuft, 18 als stark gefährdet, 9 als vom Aussterben bedroht; 6 Arten gelten bereits als in der Schweiz ausgestorben. Arten der Roten Liste finden sich in allen Lebensräumen, aber der Anteil der gefährdeten Arten ist in den Feuchtgebieten und im Kulturland deutlich höher als im Wald und in alpinen Lebensräumen. Dies entspricht der Tatsache, dass im letzten Jahrhundert die meisten Feuchtgebiete verschwunden sind und im Landwirtschaftsgebiet bedeutende Habitatveränderungen stattgefunden haben. Die heute noch bestehenden Feuchtgebiete sind häufig als Schutzgebiete ausgeschieden. Ihr Schutz gegen Störungen durch Flugverkehr ist gebietsspezifisch zu definieren.

Betrachtet man die Liste der Vogelarten, für welche die Schweiz eine besondere Verantwortung trägt (KELLER & BOLLMANN 2001), sind im vorliegenden Zusammenhang wiederum diejenigen Arten von Interesse, denen mit Gebietsschutz geholfen werden kann. Dies sind in erster Linie Wasservögel, die in der Schweiz als Wintergäste in grossen Konzentrationen vorkommen. Schwieriger ist der Schutz von zerstreut vorkommenden Arten. Hier kann der Schutz von Brut-, Balz- oder Ruhegebieten besonders empfindlicher Arten gegen Störungen durch Helikopter und einzelne Luftsportarten nötig sein. Beispiele sind Steinadlerhorste oder Wanderfalkenbrutplätze.

5.2.2 Gebiete unterschiedlicher Qualität und Grösse

SCHEMEL & ERBGUTH (1992) unterscheiden aufgrund der ökologischen Schutzwürdigkeit und Empfindlichkeit im Hinblick auf Sport- und Erholungsnutzung in Deutschland:

- a) «Taburäume», in denen alle potenziell störenden Nutzungen auszuschliessen sind;
- b) «Naturerholungsgebiete», in denen der Schutzzweck auch erfüllt werden kann, wenn eingeschränkte Nutzung durch Freizeitaktivitäten der stillen Erholung möglich ist;
- c) «Kulissenräume», die sich durch hohen landschaftlichen Reiz und entsprechende Erholungseignung bei hoher ökologischer Belastbarkeit auszeichnen.

Obwohl dies hinsichtlich der generellen Sport- und Erholungsnutzung eine durchaus sinnvolle Klassierung ist, versuchen wir im Folgenden spezifischer auf die verschiedenen Schutzgebietstypen in der Schweiz einzugehen.

Aus ornithologischer Sicht ergibt sich der Schutzbedarf für ein Gebiet einerseits aus dessen Bedeutung als Brut- oder Rastgebiet für Vögel, andererseits aus der Empfindlichkeit gegenüber Störungen der anwesenden Vögel und aus der Verantwortung, welche die Schweiz für den Schutz der betreffenden Arten trägt.

Die auf Bundesebene definierten Wasser- und Zugvogelreservate sind nach solchen Kriterien ausgeschieden (BUWAL 1991). Hier wurde z.B. berücksichtigt, welchen Anteil die im Winter innerhalb eines Gewässerabschnittes vorkommenden Wasservogelkonzentrationen am gesamteuropäischen Bestand der einzelnen Arten ausmachen (MARTI & SCHIFFERLI 1986).

Viele in Bundesinventaren als besonders wertvoll oder auf kantonaler Ebene als Schutzgebiete ausgewiesene Gebiete zielen aber nicht primär auf den Schutz der Vogelwelt, sondern z.B. auf den Schutz eines Lebensraumes. Ihre Bedeutung für Vögel generell zu charakterisieren, ist kaum möglich. Da es sich aber meist um naturnahe Gebiete handelt, weisen sie oft Vorkommen verschiedener gefährdeter Arten auf. Aufgrund der Einzigartigkeit dieser Lebensräume und des in den entsprechenden Verordnungen verlangten Schutzes vor Störungen sind aber Einschränkungen – vor allem im Hinblick auf einzelne Formen des Luftsportes – auch ohne genauere Bezeichnung spezieller Vogelarten angezeigt.

Die Liste der Important Bird Areas der Schweiz (HEER et al. 2000) geht aus von einer durch die internationale Vogelschutzorganisation BirdLife International für jedes Land vorgegebenen Liste der Vogelarten, für die das betreffende Land im internationalen Rahmen eine besondere Verantwortung zu tragen hat. Viele der so ausgeschiedenen Landschaftseinheiten sind aber sehr gross und die spezifische Störanfälligkeit ihrer Vogelwelt bezüglich Luftfahrzeugen ist zu wenig belegt, um generelle Einschränkungen des Luftverkehrs zu rechtfertigen. Bei der Beurteilung spezieller Fälle, wie etwa der Bewilligung von Landeplätzen oder Luftsportveranstaltungen, wären diese Gebiete jedoch zu berücksichtigen. Eine ähnliche Situation ergibt sich bei den grossen Gebieten, die im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) aufgeführt sind.

Bei kleinen (z.B. kantonalen oder durch Naturschutzorganisationen betreuten) Schutzgebieten sind die Schutzziele in der Regel klar definiert und enthalten meist Hinweise auf den Schutz gegen Störungen. Während derart kleine Flächen im kommerziellen Flugverkehr oder bei Flügen militärischer Flächenflugzeuge kaum berücksichtigt werden können, wäre es erwünscht, sie gegen Einflüsse bestimmter Luftsportarten (z.B. motorisierter Modellflug, Landungen mit Hängegleitern) sowie gegen Tiefflüge oder Landungen von Helikoptern zu schützen. Entsprechende Regelungen könnten auch in die Schutzverordnungen aufgenommen werden. Für motorisierte Modellflugzeuge empfehlen SCHEMEL & ERBGUTH (1992), dass das «wilde Fliegen» unterbunden und die Standortwahl für Modellflugplätze so zu lenken sei, dass Lebensräume von störanfälligen Tieren nicht tangiert werden. Hier

wäre insbesondere zu verhindern, dass Einzelpersonen oder Vereine durch eine einfache Vereinbarung mit einem Landbesitzer, durch einen Pachtvertrag oder durch Landkauf, die Möglichkeit erhalten einen Modellflugplatz zu betreiben. Eine Bewilligung sollte nur durch die Gemeindebehörden möglich sein. Die Gemeinden wären über die Problematik zu informieren.

Gebiete mit unterschiedlichem Schutzbedarf und Schutzstatus erfordern eine differenzierte Beurteilung hinsichtlich verschiedener Störpotenziale von Seiten des Luftverkehrs. Schutzmassnahmen sind dort zu ergreifen, wo sie durch das Vorkommen von störanfälligen Arten begründet sind. Es ist deshalb im Folgenden zu klären, für welche Gebiete auf Bundesebene Schutzmassnahmen vorzusehen sind. Für den Schutz kleiner Gebiete, wären praxisorientierte Anleitungen hilfreich, die den Kantonen und Gemeinden ein Instrument zum Erlass zweckmässiger Auflagen in die Hand geben und es den Flugsportorganisationen ermöglichen, für ihre Mitglieder naturschutzgerechte Informationen oder Betriebsregeln zu formulieren.

5.3 Welche Gebiete wären wie zu berücksichtigen?

Bisher ist in der Luftfahrtkarte 1:500'000 (Nr. 2253-B Schweiz) der internationalen Luftfahrtbehörde ICAO der Schweizerische Nationalpark als einziges Naturschutzreservat mit der Einschränkung «Überflug nur in grosser Höhe» einbezogen. In den Luftfahrthinderniskarten 1:100'000 des Bundesamtes für Landestopographie sind zudem die Wasser- und Zugvogelreservate, die Eidg. Jagdbanngebiete sowie die Moorgebiete und Auen eingezeichnet, aber nicht mit konkreten Einschränkungen belegt.

Die hier vorgelegte Bezeichnung von Gebietskategorien mit unterschiedlichen Voraussetzungen bezüglich Schutz der Tierwelt gegen Störungen durch Flugverkehr ging aus von den in Bundesinventaren erfassten und damit durch Bundesgesetz geschützten Gebieten. Sekundär wurden wissenschaftliche Inventare und nicht inventarisierte Lebensräume berücksichtigt. Die Gebietstypen sind geordnet nach ihrer Bedeutung als Brut- oder Rastgebiete für Vögel. Sie werden durch Hinweise auf Schutzziele, Lebensraumtyp und wichtige Vogelarten kurz charakterisiert. Die Vögel können dabei auch als Indikatoren der Empfindlichkeit eines Gebietes für Säugetiere betrachtet werden. Gebiete, deren Bedeutung für Vögel nicht spezifiziert werden kann, sind entsprechend ihrer generellen Bedeutung als Naturräume berücksichtigt; schlecht abgrenzbare und grossräumige Gebiete sind am Schluss einbezogen. Aufgrund dieser Prinzipien ergibt sich die nachstehende Reihenfolge in den Schutzprioritäten.

5.3.1 Bundesinventare

Das *Verzeichnis der Bundesinventare* kann abgerufen werden unter www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_grundlagen/inventare/inventarliste. – Manche dieser auf nationaler Ebene geschützten Gebiete sind in verschiedenen Inventaren aufgeführt, weil z.B. der Landbereich eines Wasservogelreservates auch ein wichtiges Flachmoor sein kann oder weil eine bedeutende Moorlandschaft auch im BLN-Inventar enthalten ist. Die Internetplattform www.ecogis.admin.ch gibt die Möglichkeit, die kartographisch erfassten Gebiete der verschiedenen Inventare zu überlagern.

Gebiete mit besonderer Bedeutung für die Avifauna

Bundesinventar der Wasser- und Zugvogelreservate

- A) Bundesinventar der Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (WZVV), Verordnung vom 21. Januar 1991, Inventar 1991, Revision 2001. – Das Bundesinventar basiert auf den entsprechenden wissenschaftlichen Inventaren (MARTI 1987, MARTI & SCHIFFERLI 1987, SCHIFFERLI & KESTENHOLZ 1995, s.u.), wobei nicht alle Gebiete der wissenschaftlichen Inventare ins Bundesinventar aufgenommen bzw. die Grenzen anders gelegt wurden. Es wäre sinnvoll, die biologisch begründeten Flächen des wissenschaftlichen Inventars an Stelle der z.T. politisch begründeten Flächen der WZVV zu berücksichtigen.

Ein Gebiet wurde gemäss den Kriterien der Ramsar Konvention als international bedeutend eingestuft, wenn im betreffenden Gewässerabschnitt regelmässig mindestens 1% der Population des jeweiligen Einzugsgebietes (Flyway-Population) festgestellt wurde. Nationale Bedeutung erhielten Gewässerabschnitte, in denen von einer Wasservogelart regelmässig mindestens 2% der schweizerischen Winterpopulation vorkamen.

Für diese Winterpopulationen ist es von grundlegender Bedeutung, dass Nahrungs- und Ruheplätze ungestört genutzt werden können. Die Gebietsgrenzen sind jedoch oft so festgelegt, dass damit auch landseitig anschliessende Biotope anderer Wasser- und Watvögel geschützt werden. Die zahlenmässig wichtigsten Arten sind Reiher-, Tafel-, Schell-, Kolben- und Schnatterente. Mit dem Schutzzweck wird ausgesagt, dass neben den Zugvögeln auch die ganzjährig in den Gebieten lebenden Vögel geschützt werden sollen. In den Gebieten herrscht Jagdverbot, ausserdem dürfen Tiere nicht gestört oder aus dem Gebiet vertrieben werden. Um dies zu erreichen, wurden vor allem in den Reservaten von internationaler Bedeutung Einschränkungen von Wassersportaktivitäten verfügt.

Die im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten experimentellen Überflüge mit Helikoptern und Kleinflugzeugen dienten unmittelbar der Ermittlung der Minimalflughöhen, die von Flugzeugen über solchen Gebieten eingehalten werden sollten.

WZVV Gebiete sind als störungsempfindlich gegenüber dem Flugbetrieb einzustufen. Eine Ausweitung auf die in wissenschaftlichen Inventaren zusätzlich ge-

nannten Gebiete ist anzustreben. Wo Pufferzonen fehlen, wären solche einzubeziehen. Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind nötig.

Ramsar Konvention

- B) Ramsar Konvention, Internationales Übereinkommen über den Schutz von Feuchtgebieten, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel. Bundesbeschluss vom 2. Februar 1971; ratifiziert 1976. – Feuchtgebiete im Sinne dieses Übereinkommens sind nicht nur Feuchtwiesen, Moor- und Sumpfgebiete sondern auch Gewässer von weniger als 6 m Tiefe. Als Wat- und Wasservögel gelten Vögel, die von solchen Feuchtgebieten ökologisch abhängig sind.

Als international bedeutend gelten Feuchtgebiete, die während irgend einer Jahreszeit eine im internationalen Rahmen bedeutende Zahl von Wat- oder Wasservögeln beherbergen, die Lebensraum für eine Vielzahl von gefährdeten Tieren oder Pflanzen bieten, oder die einen für eine Region repräsentativen oder einzigartigen Feuchtgebietstyp darstellen. Die Schweiz hat bisher acht Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung für die Ramsar Konvention angemeldet. Als Schutzprobleme werden die verlorengegangenen Dynamik und künstlichen Lebensraumveränderungen, aber auch die Nutzung durch Freizeitaktivitäten genannt (KELLER 1996). Die meisten Gebiete sind durch die Bundesverordnungen über Wasser- und Zugvogelreservate, Auengebiete, Moorbiotope und/oder Moorlandschaften geschützt.

Ramsar-Gebiete sind als störungsempfindlich gegenüber dem Flugbetrieb einzustufen. Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind nötig.

Andere potenziell relevante Schutzgebiete

**Bundesinventar
der eidgenössischen
Jagdbanngebiete (VEJ)**

- C) Bundesinventar der eidgenössischen Jagdbanngebiete (VEJ). Verordnung vom 30. September 1991. Es sind meist waldreiche Gebirgsgegenden, die als Ruhezonen für Wildtiere und Vögel eine grosse Bedeutung haben. In diesen Gebieten sollen Säugetiere sowie seltene und bedrohte Vogelarten samt ihren Lebensräumen geschützt werden. Die Gebiete liegen im subalpinen und alpinen Bereich, deshalb sind bei den Schutzzielen meist Raufusshühner speziell genannt (je nach Höhenlage Auerhuhn, Birkhuhn oder/und Schneehuhn), oft auch Greifvögel, insbesondere Steinadler und Wanderfalke. Die eidgenössischen Jagdbanngebiete bieten eine gute Grundlage zum Schutz alpiner und subalpiner Lebensräume.

Im Hinblick auf den Schutz der Raufusshühner und der in der Roten Liste (KELLER et al. 2001) als verletzlich ausgewiesenen Greifvögel, aber auch im Hinblick auf die generelle Erhaltung von Ruhezonen in den Alpen und im Jura sind die Gebiete bei der Bezeichnung von störungsempfindlichen Gebieten zu berücksichtigen. Starts oder Landungen von Hängegleitern, Gleitschirmen und Helikoptern sind von den Gebieten fernzuhalten. Generelle Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind (auch bezüglich Modellflug) anzustreben.

**Bundesinventar
der Moorlandschaften**

- D) Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung (Moorlandschaftsinventar), Verordnung vom 1. Mai 1996. –

Gemäss Artikel 23b des NHG sind Moorlandschaften in besonderem Masse durch Moore geprägte, naturnahe Landschaften. Ihr moorfreier Teil steht zu den Mooren in enger ökologischer, visueller, kultureller oder geschichtlicher Beziehung. Moore selbst sind gut abgrenzbare Vegetationseinheiten auf praktisch ständig durchnässten Böden. Sie enthalten nicht sehr artenreiche, aber meist hoch spezialisierte Lebensgemeinschaften mit zum Teil stark gefährdeten Arten. Sie bestehen in der Schweiz heute meist nur noch aus kleinen Flächen. Zusammen mit den angrenzenden Lebensräumen (oft relativ extensiv genutzten Landwirtschaftsflächen) bilden sie grossflächige und für verschiedene gefährdete Vogelarten bedeutende Landschaftseinheiten. Die ausserordentliche Bedeutung von Moorlandschaften und Moorbiotopen in der Schweiz wird ersichtlich aus der Tatsache, dass ihr Schutz in der Bundesverfassung (Art. 78 Abs. 5) verlangt wird.

Moorlandschaften sind als störungsempfindlich gegenüber dem Flugbetrieb einzustufen. Spezielle Schutzbestimmungen sind notwendig für die trittempfindlichen Moorbiotope innerhalb der Moorlandschaften (Abschnitte E und F).

**Bundesinventar
der Flachmoore**

- E) Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorinventar), Verordnung vom 7. September 1994. – Flachmoore entstehen bei der Verlandung von Seen, bei der Versumpfung von Senken auf undurchlässigen Böden oder an quellenden Hängen. Bei nicht zu nassem Oberboden sind Flachmoore mit Bruchwäldern bestockt. Durch Rodung dieser Wälder sind vor allem an den Seen des Mittellandes artenreiche Streuwiesen entstanden. Je nach Ausbildung der Vegetation besiedeln Bekassine, Brachvogel, Kiebitz, Schafstelze und Feldschwirl die letzten Flachmoore des Mittellandes. An wassergefüllten Torfstichen können Zwergtaucher, Rallen und die seltene Krickente brüten. Für viele Watvögel sind Flachmoore wichtige Rastplätze.

Bei Flachmooren sind aufgrund ihrer Trittempfindlichkeit Lande- und Startverbote für Hängegleiter, Gleitschirme, Modellflieger und Helikopter notwendig, wobei der Einbezug genügender Pufferzonen hier besonders wichtig ist. Zusätzliche Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind (insbesondere bezüglich motorisierten Modellflug) anzustreben.

**Bundesinventar
der Hoch- und
Übergangsmoore**

- F) Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Hochmoorinventar), Verordnung vom 21. Januar 1991. – Hochmoore weisen im typischen Fall eine uhrglasartig aufgewölbte Oberfläche auf. Diese entsteht durch das Aufwachsen von Torfmoos. Hochmoore entwickeln sich nur in niederschlagsreichen Lagen mit kühlem Klima. Sie sind die am stärksten trittempfindlichen Mooregebiete. Sie kommen als Teillebensräume von Auer- und Birkhuhn infrage. Zum Teil brüten Wiesenpieper und Braunkehlchen.

Bei Hoch- und Übergangsmooren sind aufgrund ihrer Trittempfindlichkeit Lande- und Startverbote für Hängegleiter, Gleitschirme, Modellflieger und Helikopter notwendig, wobei der Einbezug genügender Pufferzonen hier besonders wichtig ist. Zusätzliche Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind (insbesondere für den motorisierten Modellflug) anzustreben.

**Bundesinventar
der Auengebiete**

- G) Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Aueninventar), Verordnung vom 28. Oktober 1992. – Als Auen werden Gebiete bezeichnet, die aufgrund von Wasserstandsschwankungen periodisch überschwemmt werden. Sie reichen von vegetationsarmen Kiesflächen im Gletscherfeld über die Kiesflächen unkorrigierter Flussläufe bis zu den Auenwäldern. Weichholzauen (mit Weiden, Erlen und Pappeln) werden alljährlich überschwemmt, während Hartholzauen (mit Esche, Stieleiche, Hainbuche und Ulme) nur von Spitzenhochwässern erreicht werden. Wo die Weichholzauen gerodet wurden, entstanden Auenwiesen. Zu den Schutzziele gehören die Erhaltung und Förderung der autotypischen Pflanzen- und Tierwelt sowie die Erhaltung und wenn möglich Wiederherstellung der natürlichen Dynamik. Die Kiesflächen an Flüssen sind Lebensraum von zwei gefährdeten bzw. verletzbaren Vogelarten, nämlich Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Die Auensümpfe beherbergen z.B. Wasserralle, Tüpfelsumpfhuhn und Zwergdommel, die Auenwiesen Bekassine, Brachvogel, Wachtelkönig und Braunkehlchen. Auenwälder gehören zu den artenreichsten und am dichtesten mit Vögeln besiedelten Lebensräumen. Viele gefährdete oder verletzbare Arten brüten in Auenwäldern (u.a. Turteltaube, Kleinspecht, Pirol, Fitis und Weidenmeise); diese dürften aber gegen Flugzeugüberflüge nicht besonders empfindlich sein.

Für Auengebiete (allenfalls mit Ausnahme von Objekten, die nur aus Auenwäldern bestehen) sind Lande- und Startverbote für Hängegleiter, Gleitschirme, Modellflieger und Helikopter vorzusehen. Zusätzliche Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind (insbesondere für den motorisierten Modellflug) anzustreben.

**Bundesinventar
der Landschaften
und Naturdenkmäler**

- H) Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN-Inventar), Verordnung vom 10. August 1977. – Dieses Inventar enthält vor allem wenig veränderte oder naturnah genutzte Landschaften, die «in besonderem Masse die ungeschmälerte Erhaltung oder jedenfalls grösstmögliche Schonung verdienen» (Art. 6 NHG). Unter den Formen der Gefährdung werden explizit auch die Sport-, Touristik- und Privatfliegerei angeführt. Vermeidbarer Lärm sei von den Gebieten fernzuhalten. Da die Gebiete relativ grossflächig ausgeschieden sind und bewusst eine Vielzahl von für die Schweiz typischen oder einzigartigen Lebensräumen umfassen, lassen sie sich weder generell bezüglich ihrer Vogelwelt charakterisieren, noch lassen sich generelle Einschränkungen für den Luftverkehr definieren.

Es ist zu prüfen, welche im Hinblick auf den Flugverkehr relevanten Gebiete nicht bereits in den vorstehenden Inventaren enthalten sind und deshalb zusätzlich zu berücksichtigen wären. Als Beispiel sei hier der Schweizerische Nationalpark angeführt, der in den vorstehenden Inventaren nicht speziell erwähnt ist, der aber integral geschützt und als einziges Naturschutzgebiet bereits mit einer (vagen) Überflugbeschränkung versehen ist. Neue Überflugbeschränkungen müssten mindestens denjenigen eidgenössischer Jagdbanngebiete entsprechen (d.h. entsprechende Anpassung der Überflughöhe).

Schutzgebiete, die primär vor dem Betreten zu schützen sind

Bundesinventar der Trockenwiese

- I) Inventar der Trockenwiesen und -weiden der Schweiz, Verordnung ausstehend. – Trockenrasen sind ungedüngte, einschürige oder extensiv beweidete Grasfluren, oft in Hanglagen, auf trockenen, flachgründigen Böden. Trockenrasen treten häufig in Verbindung mit Hecken, Einzelbüschen oder Waldrändern auf. Trockenrasen weisen eine reiche Flora auf und bieten Lebensraum für eine grosse Artenvielfalt an wärme- und lichtliebender Fauna (z.B. Schmetterlinge und Reptilien). Bei offenen Flächen besteht ein erhebliches Konfliktpotenzial zwischen Flugsport und den letzten Vorkommen der Heidelerche in der Schweiz. Die Heidelerche ist in der Roten Liste der Schweiz als verletzlich eingestuft; ihre letzten Brutgebieten sind unbedingt zu schützen.

Solche Flächen sind für Starts und Landungen von Helikoptern, Hängegleitern und Modellflugzeugen zu sperren. Zusätzliche Anpassungen bezüglich Überflughöhen sind (insbesondere für den motorisierten Modellflug) anzustreben.

Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete

- J) Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebieten-Inventar), Verordnung vom 15. Juni 2001. – Grössere Laichgebiete von Amphibien sind mehrheitlich in den vorstehenden Inventaren zum Moorschutz enthalten. Kleine Gebiete sind im vorliegenden Zusammenhang nicht von besonderer Bedeutung. Immerhin ist zu berücksichtigen, dass sich manche Amphibienlaichgebiete in Kiesgruben befinden, die auch Brutkolonien von Uferschwalben oder Brutplätze von Flussregenpfeifern enthalten.

Im Nahbereich solcher Gebiete sollten sich keine Modellflugplätze befinden.

5.3.2 Kantonale und private Schutzgebiete

Gemäss Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel können die Kantone weitere Jagdbanngebiete und Vogelreservate ausscheiden. Kantonale Naturschutzgebiete, die sich auf die Naturschutzgesetzgebung stützen, haben oft auch den Schutz gefährdeter Vogelarten zum Ziel. Viele Schutzgebiete werden von nicht-staatlichen Organisationen unterhalten.

Notwendige Einschränkungen sind in die Schutzverordnungen der Gebiete einzubeziehen. Beim Fehlen entsprechender Vorschriften sind lokale Vereinbarungen zwischen den Schutzverantwortlichen und Vertretern des Luftsportes anzustreben.

5.3.3 Wissenschaftliche Inventare

Dies sind wissenschaftliche Grundlagen, welche schützenswerte Gebiete bezeichnen und deren Bedeutung aufzeigen. Sie haben keinen rechtsverbindlichen Charakter; sie charakterisieren aber biologisch begründete Einheiten.

Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von internationaler Bedeutung

- K) Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von internationaler Bedeutung – Erste Revision 1986. MARTI C., SCHIFFERLI L. 1987: Ornithol. Beob. 84: 11–47. – Dieses wissenschaftliche Inventar diene als Grundlage für die WZVV

(2.3.1 A). Die meisten Gebiete sind einbezogen worden, wenn auch z.T. mit Änderungen der Grenzen.

Es bleibt weiterhin anzustreben, dass das wissenschaftliche Inventar integral in die WZVV einbezogen wird. Fall dies vorerst nicht realisiert wird, wäre zu prüfen, inwiefern die WZVV-Gebiete mit Hilfe des Inventars sinnvoll abgerundet bzw. zu geschlosseneren Einheiten zusammengefasst werden könnten.

Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von nationaler Bedeutung

- L) Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von nationaler Bedeutung als Brut-, Rast- und Überwinterungsgebiete – Revision 1995. SCHIFFERLI L., KESTENHOLZ M. 1995: Ornithol. Beob. 92: 413–433. – Wissenschaftliches Inventar, dessen Grundlagen zum Teil in die WZVV (2.3.1 A) eingeflossen sind.

Es bleibt weiterhin anzustreben, dass das wissenschaftliche Inventar integral in die WZVV einbezogen wird. Fall dies vorerst nicht realisiert wird, wäre zu prüfen, inwiefern die WZVV-Gebiete mit Hilfe des Inventars sinnvoll abgerundet bzw. zu geschlosseneren Einheiten zusammengefasst werden könnten.

Limikolenrastplätze der Schweiz

- M) Limikolenrastplätze der Schweiz. – SCHMID H., LEUENBERGER M., SCHIFFERLI L., BIRRER S. 1992: Schweizerische Vogelwarte, Sempach. – Limikolen oder Watvögel suchen ihre Nahrung vorwiegend im Übergangsbereich zwischen Wasser und Land. Sie finden diese an Seen und Flüssen, in Flach- und Hochmooren, aber auch in Kiesgruben und periodisch überschwemmtem Kulturland. Für die relativ geringen Anteile an Limikolen, die durchs Binnenland ziehen, haben die vorhandenen Gewässer und Feuchtgebiete eine relativ grosse Bedeutung (SCHMID et al. 1992).

Die grösseren Rastgebiete sind in den drei Moorinventaren des Bundes bereits berücksichtigt. Spezielle Beachtung verdienen verschiedene Kiesgruben und kleinere Naturschutzgebiete, von denen der motorisierte Modellflug fernzuhalten wäre.

Important Bird Areas der Schweiz

- N) Important Bird Areas der Schweiz. HEER et al. 2000: Ornithol. Beob. 97: 281–302. – Fachinventar, das als Grundlage für internationale Schutzbestrebungen dient. Die Ausscheidung der Gebiete erfolgte nach den Richtlinien von BirdLife International. Einbezogen wurde der Wachtelkönig als weltweit bedrohte Art sowie 16 für Gebietsabgrenzungen geeignete Arten mit ungünstigem Schutzstatus bzw. auf Europa konzentriertem Verbreitungsgebiet. (darunter eine Reihe von Greifvögeln und Spechten, Raufusshühner sowie Gänsesäger, Ringdrossel, Steinrötel, Gartenrotschwanz und Zitronengirlitz). Ausserdem wurden grosse Ansammlungen von Vögeln (hier wiederum die Wasservogelreservate) berücksichtigt. Abgesehen von den Wasservogelreservaten, die gut abgrenzbar und bereits in vorstehenden Inventaren ausgewiesen sind, sind IBA's relativ grossräumig ausgeschiedene Landschaften.

Ihre Grossräumigkeit und ihre Heterogenität bezüglich Artenzusammensetzung erschweren die Formulierung von generellen Einschränkungen für den Luftverkehr. Sie sollten jedoch berücksichtigt werden, wenn es um die Bewilligung neuer oder die Beibehaltung vorhandener Start- oder Landeplätze für irgendwelche Fluggeräte geht.

5.4 Mögliche Massnahmen

1. **Überflugverbote** für empfindliche Gebiete sind die sicherste Massnahme zur Vermeidung von Störungen durch Luftfahrzeuge, sie schliessen aber auch Höhen ein, die für die Vogelwelt irrelevant sind. Aufgrund der in der Schweiz gegebenen Kleinräumigkeit dürfte jedoch eine so extreme Massnahme nur in Einzelfällen und für genau definierte Fluggeräte sinnvoll sein (z.B. für motorisierte Modellflieger bei Kleinreservaten). In der Regel dürfte es jedoch sinnvoller sein, zu schützende Gebiete mit einer genügenden Pufferzone zu umgeben und eine Minimalflughöhe festzulegen.
2. **Minimalflughöhen** von 450 m für Helikopter und 300 m für übrige Luftfahrzeuge über empfindlichen Gebieten (einschliesslich Pufferzonen von 500 m Radius ab Reservatsgrenze rund um diese Gebiete) könnten für die meisten der im Kapitel 5.3 angeführten Gebiete einen genügenden Schutz bieten. Starts und Landungen von Luftfahrzeugen abseits von Flugplätzen wie auch von Modellflugzeugen würden damit implizit von den Gebieten ferngehalten.
3. **Saisonale Einschränkungen des Flugbetriebs** dürften in den meisten Fällen nicht zweckmässig sein. Verschiedene Wasser- und Zugvogelreservate wurden explizit so ausgeschieden, dass damit auch ganzjährig anwesende Vögel geschützt werden. Bei kleinen Gebieten könnten allenfalls entsprechende Vereinbarungen zwischen Luftsportinteressierten und lokalen Schutzverantwortlichen getroffen werden.
4. **Freiwillige Flugregeln.** Wenn, insbesondere bei kleinen Gebieten oder privaten Naturschutzgebieten, die Schutzverordnungen keine Ansatzpunkte zur Reduktion von Störungen aus der Luft bieten, kommt der Erarbeitung von freiwilligen Betriebsregeln für den Luftsport eine grosse Bedeutung zu. Sie muss in enger Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Behörden sowie den Naturschutz- und Luftsportorganisationen und den ortsansässigen Betreibern von Luftfahrzeugen erfolgen.

5.5 Gesetzliche Grundlagen

Im Anhang 12 sind die einschlägigen gesetzlichen Grundlagen bezüglich Luftfahrt und Naturschutz zusammengefasst. Daraus ergibt sich, dass von Seiten der Luftfahrt die notwendigen gesetzlichen Grundlagen für eine allfällige Beschränkung des freien Fluges in und über schützenswerten Natur- und Landschaftsgebieten vorhanden sind. Modellflugzeuge sind speziell zu berücksichtigen.

Die generellen Bestimmungen zum Schutz der Tierwelt vor Störungen (Bundesgesetz über Natur- und Heimatschutz, Jagdgesetz) wie auch das Vorsorgeprinzip bezüglich der Vermeidung von Immissionen (Umweltschutzgesetz) bieten gute Grundlagen, um sowohl auf Bundesebene wie auch bei kantonalen und privaten Schutzgebieten Massnahmen gegen Störungen zu treffen. Der spezifische Schutz der auf Bundesebene ausgewiesenen Schutzgebiete kann aufgrund der entsprechenden Verordnungen realisiert werden. Die Verordnung über die Infrastruktur der

Luftfahrt (VIL, Art. 53) verlangt generell die Bezeichnung von Gebiete, in denen unerwünschte Auswirkungen der Luftfahrt minimiert werden können. Die Kantone können in ihrem Verantwortungsbereich Schutzverordnungen erlassen und sind aufzufordern, den Flugaspekt entsprechend den Schutzbedürfnissen zu berücksichtigen. Dabei sind speziell auch die Kleinaviatik und unbemannte Flugkörper einbeziehen. Eine für alle Gebiete und Fluggeräte geeignete Schutzmöglichkeit bietet sich in generellen Flughöhenbeschränkungen über den Schutzgebieten und ihren Pufferzonen an.

5.6 Information und Zusammenarbeit

Publikationen wie etwa «Luftsport & Naturschutz – Gemeinsam abheben» (DEUTSCHER AERO CLUB E.V. & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2003) und die «Praxishilfe Hängegleiten – Wildtiere – Wald» (WEBER & SCHNIDRIG-PETRIG 1997) liefern praktikable Vorschläge zu freiwilligen Vereinbarungen im Hinblick auf ein verträgliches Nebeneinander von Naturschutz und Luftsport.

Eine einfache Anleitung zur Vermeidung von Konflikten zwischen Luftsport und Naturschutz wäre sehr hilfreich, um die Piloten und Luftsporttreibenden über die Schutzforderungen zu informieren. Der Aufbau eine Arbeitsgruppe unter Einbezug der betroffenen Verbände könnte helfen, Konflikte besser zu erkenne und in Zukunft zu vermeiden und eine Gesprächskultur zwischen den betroffenen Kreisen zu fördern. Bei der Ausbildung von Piloten sind Aspekte von Umwelt- und Naturschutz zu integrieren.

Die empfindlichen Gebiete sollten in einem Verzeichnis festgehalten und kartographisch erfasst werden. Via Aeronautical Information Publication AIP könnte eine solche Information einen offizielleren Status erhalten.

Die geschützten Gebiete wären auf der Luftfahrthinderniskarte zu erfassen. Ob eine grobe Erfassung auch in der weiter verbreiteten ICAO-Karte möglich bzw. sinnvoll wäre, müsste geprüft werden. Für eine Bezeichnung sensibler Gebiete in den Luftfahrtkarten ist vorgängig die Praktikabilität zu prüfen.

5.7 Folgerungen und Empfehlungen

1. Vögel werden durch Flugzeuge je nach Situation in unterschiedlichem Masse gestört. Generell nimmt die Störwirkung mit der Flughöhe bzw. Horizontalentfernung ab. Das Störpotenzial nimmt zu, wenn Flugkörper unregelmässig, überraschend und mit variabler Flugbahn auftreten.
2. In verschiedenen Gesetzen zum Natur- und Umweltschutz wie auch in den gebietsbezogenen Schutzverordnungen wird Schutz der Tierwelt gegen Störungen verlangt.
3. Die rechtlichen Grundlagen zum Erlass von einschränkenden Bestimmungen für die Luftfahrt sind vorhanden.

4. Die Reduktion der Störungen ist vor allem auf Gebiets- oder Flächenschutz auszurichten. Der Schutz gefährdeter oder verletzlichere Arten ist in der Regel über den Gebietsschutz anzustreben. In speziellen Fällen kann der Schutz empfindlicher Arten gegen Störungen durch Helikopter oder einzelne Luftsportarten (inkl. motorisierte Modellflieger) nötig sein.
5. Die folgende Auflistung reiht in absteigender Reihenfolge die Gebietstypen (Inventare) nach Empfindlichkeiten gegenüber luftfahrtsspezifischen Störungen auf. Je weniger empfindlich die Gebietstypen sind, umso lokalere und gebiets-spezifischere Regelungen können (unter Einbezug freiwilliger Massnahmen) getroffen werden:

Gebiete mit besondere Bedeutung für die Avifauna

- a) Schweizerischer Nationalpark, Wasser und Zugvogelreservate;
- b) Ramsar-Gebiete;

Andere potenziell relevante Schutzgebiete

- c) eidgenössische Jagdbanngebiete;
- d–f) Moorlandschaften und Mooregebiete;
- g) Auengebiete;
- i) Gebiete des BLN-Inventars;

Schutzgebiete, die primär vor dem Betreten zu schützen sind

- h) Trockenwiesen und -weiden;
- j) Amphibienlaichgebiete.

Nationale wissenschaftliche Inventare ergänzen die Bundesinventare.

6. Die Störwirkung lässt sich in erster Linie durch Einhalten von vertikalen und horizontalen Abständen reduzieren.
7. *Minimalflughöhen von 450 m für Helikopter und 300 m für übrige Luftfahrzeuge über empfindlichen Gebieten (einschliesslich Pufferzonen von 500 m Radius ab Reservatsgrenze rund um diese Gebiete) stellen für die meisten Gebiete den besten und am einfachsten realisierbaren Schutz dar.*
8. *Auf die lokalen Bedürfnisse ausgerichtete Vereinbarungen sollten dort erarbeitet werden, wo die generelle Einschränkung gemäss Punkt 7 nicht wirksam wird.*
9. Piloten und Luftsporttreibende müssten in geeigneter Form über die generellen Einschränkungen informiert werden.
10. Anleitungen für die Erarbeitung von ortsspezifischen Vereinbarungen sind notwendig.

Dank der Autoren

M. Cevallos (Universität Basel) organisierte mit Enthusiasmus die für Kapitel 3 nötigen experimentellen Flüge und beschaffte mit ihrer Diplomarbeit die Grundlagen bezüglich Höhenabhängigkeit des Störeinflusses von Flugzeugen. Bei den Feldbeobachtungen wurde sie durch M. Tobler und B. Rölli unterstützt. Wir danken den Piloten, die ihre Freizeit für die Flüge einsetzten. Die Helikopter und Kleinflugzeuge wurden vom BAZL zur Verfügung gestellt.

Der Abteilung Recht des BUWAL danken wir für die Zusammenstellung der rechtlichen Grundlagen. J. Thurnheer (BAZL) vermittelte die Informationen über die Flugveranstaltung in Lugano. D. Pedrioli von der Verwaltung des Kantons Tessin stellte uns die Resultate der Lärmemissions-Messungen zur Verfügung. M. Trocmé und R. Anderegg (BUWAL) sowie U. Schneiter, C. Marthe und W. Bula (BAZL) waren stets bereit, zusätzlich benötigte Angaben zu liefern.

Wir danken O. Epars, Fondation Les Grangettes, für die Informationen über das Naturschutzgebiet «Les Grangettes». C. Gonet, BUWAL, verdanken wir den Hinweis auf die Helikopter-Transportflüge. L. Maumary stellte uns ein unveröffentlichtes Gutachten zur Verfügung. M. Cevallos führte die Beobachtungen am 9. März 2002 durch.

J.-D. Blant verdanken wir den Hinweis auf die Helikopterflüge in Les Ponts-de-Martel. Er hat alle Beobachtungen für dieses Gebiet zusammengestellt.

Wir danken allen Feldornithologinnen und Feldornithologen, welche uns ihre Beobachtungen von Reaktionen von Vögeln auf ein Luftfahrzeug gemeldet haben: C. A. Balzari, J. Bauermeister, J.-D. Blant, D. Brüstle, D. Felix, L. Felix, E. Grether, D. Kronauer, R. Lardelli, H. Leuzinger, V. Martin, D. Marques, P. Rapin, B. Schürrenberg, D. Thiel, M. Thoma, M. Trocmé, F. Turrian, G. Vonwil.

R. Anderegg, S. Birrer, A. Boldt, V. Keller, C. Marthe, C. Marti, W. Müller und M. Trocmé danken wir für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die wertvollen Verbesserungsvorschläge.

Anhänge

A1 Artenliste

Anhang 1: Artliste aller erwähnten Vögel, alphabetisch geordnet.

Deutscher Artname	Wissenschaftlicher Artname
Alpendohle	<i>Pyrrhocorax graculus</i>
Alpenstrandläufer	<i>Calidris alpina</i>
Auerhuhn	<i>Tetrao urogallus</i>
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>
Birkhuhn	<i>Tetrao tetrix</i>
Bergfink	<i>Fringilla montifringilla</i>
Bergpieper	<i>Anthus spinoletta</i>
Blässhuhn (Blässralle)	<i>Fulica atra</i>
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>
Distelfink (Stieglitz)	<i>Carduelis carduelis</i>
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>
Feldschwirl	<i>Locustella naevia</i>
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>
Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>
Flusseeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>
Gänseäger	<i>Mergus merganser</i>
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>
Graumammer	<i>Miliaria calandra</i>
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>
Grosser Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>
Grünspecht	<i>Picus viridis</i>
Habicht	<i>Accipiter gentilis</i>
Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>
Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>
Italiensperling	<i>Passer hispaniolensis</i>
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>
Kleinspecht	<i>Dendrocopos minor</i>
Kolbenente	<i>Netta rufina</i>
Kolkrabe	<i>Corvus corax</i>
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Krickente	<i>Anas crecca</i>
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>
Mauersegler	<i>Apus apus</i>
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbica</i>
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>
Purpureiher	<i>Ardea purpurea</i>
Rabenkrähe	<i>Corvus corone</i>
Raubwürger	<i>Lanius excubitor</i>

Anhang 1: Artliste aller erwähnten Vögel, alphabetisch geordnet.

Deutscher Artname	Wissenschaftlicher Artname
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>
Ringdrossel	<i>Turdus torquatus</i>
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>
Rosaflamingo	<i>Phoenicopterus ruber</i>
Rotdrossel	<i>Turdus iliacus</i>
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>
Schellente	<i>Bucephala clangula</i>
Schnatterente	<i>Anas strepera</i>
Schneehuhn (Alpenschneehuhn)	<i>Lagopus mutus</i>
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>
Silberreiher	<i>Egretta alba</i>
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>
Steinadler	<i>Aquila chrysaetos</i>
Steinschmätzer	<i>Oenanthe oenanthe</i>
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>
Strassentaube	<i>Columba livia f. domestica</i>
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>
Tafelente	<i>Aythya ferina</i>
Tüpfelsumpfhuhn	<i>Porzana porzana</i>
Turteltaube	<i>Streptopelia turtur</i>
Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>
Wachtel	<i>Coturnix coturnix</i>
Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>
Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>
Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>
Weidenmeise	<i>Parus montanus</i>
Weisskopfmöwe	<i>Larus cachinnans</i>
Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>
Wiedehopf	<i>Upupa epops</i>
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>
Zwergdommel	<i>Ixobrychus minutus</i>
Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>

A2 Literaturübersicht «Auswirkungen auf das Energie-Zeitbudget ausserhalb der Brutsaison»

Anhang 2: Auswirkungen des Luftverkehrs auf Zeit-Energiebudget ausserhalb der Brutsaison
 Abk. Habitat: FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
BÉLANGER & BÉDARD 1990	Anseriformes <i>Chen caerulescens</i>	Kleinflugzeuge Helikopter	FG	Störreizhäufigkeit 1.46 /h davon 45% Flugzeug- Überflüge	Flugzeit und Unterbruch der Nahrungsaufnahme nach Störreiz durch Flugzeug war länger als bei anderen Störreizen 5.3% erhöhter Energieverbrauch/h 1.6% verminderte Energieaufnahme/h
BLOCKPOEL & HATCH 1976	Anseriformes <i>Anser caerulescens</i>	Kleinflugzeug	O	Überflug 30–60 m ü.B	Tausende rastender Schneegänse wurden aufgeschreckt, 25–75 Individuen kollidierten mit Hochspannungsleitung
BURGER 1981a, b	Charadriiformes <i>Larus argentatus</i>	Linienflugzeuge Überschall- Transporter	K, M	Flugbewegungen Flughafen	Keine Reaktion bei Linienflugzeugen; Auffliegen bei Überschall-Transportern
BURGER 1986	Charadriiformes	nicht spezifiziert	K, M	alle Störreize, davon 12% Flugzeuge	Der Anteil Vögel aus einer Gruppe, welcher bei Störreiz auffliegt, nimmt mit zunehmender Häufigkeit der Störreize, geringerer Distanz und längerer Dauer zu.
BURGER & GALLI 1987	Charadriiformes <i>Larus sp.</i>	nicht spezifiziert	K, M	alle Störreize, davon 14% Flugzeuge	Je mehr Störungen, desto kleiner der Anteil auffliegender Möwen (Gewöhnungseffekt)
CAMPREDON 1981	Anseriformes <i>Anas penelope</i>	nicht spezifiziert	FG	alle Störreize, davon 3.4% Flugzeuge	Störreiz durch Flugzeug führt zu Flug von 9,1 s Dauer bei 50% der anwesenden Enten
CONOMY et al. 1998a	Anseriformes <i>Anas rubripes</i> <i>Anas americana</i> <i>Anas strepera</i> <i>Anas crecca</i>	Militärische Jets AV-8B Harrier	I, M	Überflüge auf 152 m Schallpegel ≥ 80 dB(A)	Während 1.4% des Zeitbudgets reagierten Enten auf Flugzeugüberflüge; Reaktionen dauerten 10–40 s; zusätzlicher Energieverbrauch gering
CONOMY et al. 1998b	Anseriformes <i>Anas rubripes</i> <i>Aix sponsa</i>	Militärische Jets Linienflugzeuge	Voliere	Überflüge: militärisch auf 150 m, Linienflugzeuge auf 1500 m Simulation mit Tonband	Gewöhnung bei Dunkelente: Abnahme der Reaktion auf Überflüge von 38% auf 6% innerhalb von 17 Tagen; ebenfalls Gewöhnung an simulierten Lärm; bei Brautente keine Gewöhnung an simulierten Lärm
DAVIS 1967	Passeriformes <i>Corvus corone</i>	Militärischer Jet	O	Überschallknall (Einzelbeobachtung)	Nach einem Überschallknall sammelten sich ca. 70 Krähen aus 2–3 Meilen Umkreis unter lautem Rufen und beruhigten sich nur allmählich.
DELANEY et al. 1999	Strigiformes <i>Stix occidentalis</i>	militärische Helikopter Sikorsky, HH-60G, Pave Hawk, u.a.	W	Durchschnittlich ein Überflug auf 15–60 m Grund pro Tag	Keine Reaktion bei <92 dB(A); Kopfdrehen bei 403 ± 148 m; Auffliegen bei 45 ± 28 m; Unterbruch der Nahrungsaufnahme 10–15 min
DERKSEN et al. 1982	Anseriformes <i>Branta bernicla</i> <i>Anser albifrons</i> <i>Branta canadensis</i>	Flächenflugzeug Helikopter	S	Einzelbeobachtung von Tiefflügen	Gänse schliessen sich zu engem Verband und verlagern sich aufs Wasser; definitive Abwanderung eines Schwarmes in Gebiet 3 km entfernt; eine Gans während Flucht vor Helikopter von Polarfuchs geschlagen
FLEISCHNER & WEISBERG 1986 in GLADWIN 1988b	Falconiformes <i>Haliaeetus</i> <i>leucocephalus</i>	Helikopter Düsenflugzeuge Propellerflugzeuge	UF	Flugbewegung bei Flugplatz	In 12% der Beobachtungen reagierten Weisskopfadler mit Kopfdrehen oder Auffliegen, am häufigsten auf Helikopter und kleine Düsenflugzeuge; es wurden keine weiterreichenden Auswirkungen vermutet.

Anhang 2: Auswirkungen des Luftverkehrs auf Zeit-Energiebudget ausserhalb der Brutsaison (Fortsetzung)
 Abk. Habitat: FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
GRNACHER 1985	Galliiformes <i>Meleagris sp.</i>	Düsenflugzeug F4f Helikopter B0 105 Alouette II	Stall	Tiefflüge, nur akustischer Reiz	Futtermittelverbrauch, -verwertung und die Lebendmassenzunahme wurden durch die Überflüge nicht beeinflusst. Es wurde ein Gewöhnungseffekt beobachtet.
GUNN & LIVINGSTONE 1974 in GLADWIN et al. 1988b	Anseriformes <i>Melanitta perspicillata</i> <i>Clangula hyemalis</i> <i>Chen carulescens</i>	Helikopter	O (UF)	Überflug 100–750 ft AGL	Mauserende Enten wurden auf Wasser getrieben; Brillenente reagierte empfindlicher als Eisente; Schneegans-Schwärme wurden durch Überflüge aufgesplittet; Schneegänse flohen früher, je tiefer der Überflug.
HARMS et al. 1997	Anseriformes <i>Anas rubripes</i>	Militärischer Jet FB-111	Voliere	mit Tonband simulierte Überflüge auf 70 m (48 dB)	Sehr schnelle Gewöhnung (kein visueller Reiz)
HILGERLOH 1990	Passeriformes	Militärische Luftfahrzeuge	K, M	Aussergewöhnliches militärisches Manöver	Desorientierung von Zugvögeln
HOLM 1997	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter Super Puma MK1 Bell 212	K, O (WM)	Überflüge auf 300–650 m AGL, fixe und variable Route	Bei 21% der Überflüge flogen 62% der Gänse auf. Je tiefer der Überflug, um so eher fliegen Gänse auf. Über 500 m spielt die Flugroute keine Rolle.
HÜPPOP & HAGEN 1990	Charadriiformes <i>Haematopus ostralegus</i>	Flugzeugüberflüge	K, O (WM)	alle Störreize	Alle Arten von menschlichen Störreizen führen zu Erhöhung der Herzschlagraten, Flugzeuge selbst noch bei 2 km Entfernung → Steigerung des Energie-Grundumsatzes.
MILLER 1994 MILLER et al. 1994	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter Bell 206 Bell 412	S	Überflüge auf verschiedenen Routen und Höhen	Mauserende Gänse weichen auf Wasserflächen aus: reduzierte Nahrungsaufnahme und erhöhte Energieausgabe führen zu einer negativen Energiebilanz
MOSBECH & BOERTMAN 1999	Anseriformes <i>Somateria spectabilis</i>	Kleinflugzeug Partenavia P68	M	Überflüge 250 bis 1800 m ü.B.	Mauserende Prachteiderenten tauchten bei einer Überflughöhe von 250 m ab, sobald das Flugzeug näher als 1000 m kam, bei einer Flughöhe von 400 m zeigten die Enten höchstens Unruhe und Ausweichbewegungen.
MOSBECH & GLAHDER 1991	Anseriformes <i>Anser brachyrhynchus</i> <i>Branta leucopsis</i>	Helikopter Bell 212 Bell 206	O	Überflüge <120 m	Akustischer Störreiz genügte meist um Gänse in die Flucht zu schlagen (Bell 206 5 km; Bell 212 10 km) Durch Störreize bedingt verbringen mausernde Gänse mehr Zeit auf dem Wasser und weniger beim Gras.
MÜLLER 1996	Galliiformes <i>Perdix perdix</i>	Motorsegler (Motor abgestellt)	W	Überflug 300 m ü.B. (Einzelbeobachtung)	Sofortiges Aufsuchen von Deckung bei Auftauchen des Flugobjektes, Abbruch des Fressverhaltens
NIEMANN & SOSSINKA 1991, 1992	Anseriformes Charadriiformes	Helikopter	FG	Horizontale und vertikale Distanz, Schallpegel, Helikoptertyp Jahreszeitlicher Einfluss	graduell zunehmende Reaktion von Wasservögeln mit abnehmender Horizontal- und Vertikaldistanz, zunehmender Lautstärke. Stärkste Reaktion während Mauser
OWENS 1977	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Kleine Propellerflugzeuge Helikopter	K, O	Störreizfrequenz	0.74 Störreize/h, davon 39% durch Flugzeuge; Auffliegen bei Tiefflügen unter 500 m und/oder näher als 1.5 km; Helikopter löst Panik aus; Zeit für Nahrungsaufnahme vermindert, Energieverbrauch erhöht
PUTZER 1989	Ciconiiformes Charadriiformes Anseriformes Pelecaniformes	Modellflugzeuge	O, FG	Fluchtdistanzen	Flucht bei Annäherung auf 200 bis 700 m; keine Gewöhnung; Vögel mit Parkvogelverhalten (Höckerschwäne, Blässralen, u.ä.) scheinen sich an Modellflugzeuge zu gewöhnen

Anhang 2: Auswirkungen des Luftverkehrs auf Zeit-Energiebudget ausserhalb der Brutsaison (Fortsetzung)

Abk. Habitat: FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
van RADEN & KÜSTERS 1990	Charadriiformes Anseriformes	Helikopter Bell UH-1D BO-105 / PAH Jet Tornado, Phantom, Alpha-Jet Propellerflugzeug OV-10B Bronco	K, O (WM)	Stör-Reaktion, horizontale, vertikale Distanzen zu Lufffahrzeug	Bei Hubschrauberflüge mit einer horizontalen und vertikalen Distanz von 300 m (1000 ft) ist mit keiner ökologischen oder individuellen Beeinträchtigung zu rechnen; Propellerflugzeuge bewirkten eine starke Störreaktion bis zu einem Abstand von über 2000 m, wobei Gewöhnung auftreten kann; Jets erzeugen über 3000 ft nur eine geringe Aufflugreaktion
RIDDINGTON et al. 1996	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	nicht spezifiziert	O	Störreizfrequenz	0,91 Störreize/h, davon 19,4% durch Flugzeuge verursacht; Flugzeuge lösen längste Flugdauer aus, wobei gleichzeitig grösserer Anteil aus einem Schwarm auffliegt
SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN 1984	Anseriformes <i>Anser brachyrhynchus</i>	Flächenflugzeuge Helikopter	O	Störreize	Helikopter und Flächenflugzeuge stellen 3,3% aller Störreize dar, lösen Flüge von 2–3 Min aus.
SMIT & VISSER 1993	Charadriiformes	Helikopter Jets	K, O (WM)	Horizontale und vertikale Distanzen von Überflügen	Helikopter lösen früher und stärkere Reaktion aus als Jets; kleine und langsame Flächenflugzeuge lösen stärkste Reaktionen aus
SOSSINKA & NIEMANN 1994	Anseriformes <i>Anas platyrhynchos</i> <i>Aythya fuligula</i> <i>Aythya ferina</i> <i>Cygnus cygnus</i> <i>Cygnus olor</i>	Helikopter: CH53 Bell Alouette Bo105	FG	Überflüge: direkt (seitliche Distanz <150 m) und indirekt (seitliche Distanz >150 m) Höhen 30–300 m	Stör-Reaktion stärker bei direkten als bei indirekten Überflügen, abhängig von Vogelart, stärker während Mauser, geringer mit zunehmender Höhe
STALMASTER & KAISER 1997	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Helikopter	W, O, S, FG	Überflüge auf 60–120 m ü.B.	Die Mehrheit der Individuen unterbrach das Fressen; 50% flogen auf, subadulte etwas häufiger als adulte (Gewöhnung?)
STOCK 1990, 1992a, 1992b	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter Jets Kleinflugzeuge	K, O (WM)	Überflüge	Stör-Reaktion ist abhängig von Flugzeugtyp: Helikopter und Kleinflugzeuge lösen bei über 80% der Schwärme eine Flugzeit von 80 s und ein Unterbruch der Nahrungsaufnahme von weiteren 40 s aus
STOCK 1993	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter Jets Kleinflugzeuge	K, O (WM)	Überflüge	Bei 45–70% der Überflüge zeigten Ringelgänse sichtbare Reaktion auf Störreiz; 80–90% der Individuen flogen auf, Flug 70–90 s und 20–40 s Unterbruch der Nahrungsaufnahme
STOCK & HOFEDITZ 1994	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Sportflugzeuge	K, O (WM)	Störreize	37–48% aller Reaktionen wurden durch Flugbetrieb verursacht; durch Störreize bis zu 46% mehr Flugzeit, 30% erhöhte Fresszeit, 66% weniger Rasten, 23% weniger Putzen.
STOCK et al. 1995	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter militärischer und Freizeitflugverkehr	K, O (WM)	Überflüge	Flugzeit und Unterbruch der Nahrungsaufnahme nach Störreiz bei Helikoptern (116 s) länger als bei anderen Störreizen (85 s). Die entgangene Nahrungsaufnahme wurde mit zeitlicher Verzögerung kompensiert. Dabei wird möglicherweise die Tragekapazität des Gebietes reduziert.
WARD et al. 1994, 1999	Anseriformes <i>Branta bernicla</i> <i>Branta canadensis</i>	Flächenflugzeuge: Arctic Tern, Piper 150, Cessna 206, Cessna 185, Piper Navajo, Grumman Gose, Twin Otter Helikopter: Bell 206-B, Hughes 500-D, Bell 205, Sikorsky HH-3F	O, S	Überflüge auf verschiedenen Höhen (152–610 m) und mit unterschiedlicher Distanz	Auffliegen der Gänse hängt primär von seitlicher Distanz ab Die kritische Höhe hängt vom Flugzeugtyp und von der Lärmemission ab. Helikopter veranlassen Gänse früher aufzufliegen als Flächenflugzeuge

A3 Literaturübersicht «Auswirkungen auf Verbreitung und Raumnutzung ausserhalb der Brutsaison»

Anhang 3: Auswirkungen des Luftverkehrs auf Verbreitung und Raumnutzung ausserhalb der Brutsaison
 Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
ANDERSEN et al. 1990	Falconiformes <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Buteo swainsoni</i> <i>Buteo regalis</i> <i>Aquila chrysaetos</i>	Helikopter und Jets	F O	Aufenthaltsorte von Greifvögeln an Tagen mit und ohne militärische Trainingsflügen (Telemetrie)	Greifvögel verschieben den Schwerpunkt ihres genutzten Gebietes ausserhalb ihres früheren Aufenthaltsortes und vergrössern das genutzte Gebiet (nur wenige Vögel verlassen das Gebiet vollständig) führt zu ungünstigerem Energie/Zeit-Budget
BAUER et al. 1992	Anseriformes	Flugzeuge Helikopter	S	Störreizhäufigkeit durch Flugzeugüberflüge 3%	Bei 55% der Überflügen flogen die überwinternden Enten auf und kehrten an den gleichen Ort zurück, in 45% kam es zu einer Verlagerung in andere Gebiete
BÉLANGER & BÉDARD 1989	Anseriformes <i>Chen caerulescens</i>	Kleinflugzeuge Helikopter	FG	Störreizhäufigkeit 1,2/h davon 45% Flugzeugüberflüge	Bei einer Störungsfrequenz $\geq 2/h$ waren am folgenden Tag weniger Gänse auf dem Rastplatz
BRUNS et al. 1994	Anseriformes <i>Branta leucopsis</i> <i>Anas penelope</i>	nicht spezifiziert	O	Störreizhäufigkeit bei Nonnengänse 0,9 bei Pfeifenten 1,5 Störreize/h, 26%, bzw. 7% durch Flugzeuge verursacht	Wasservögel verlagern sich von Naturschutzgebiet auf bebaute Felder
GERDES & REEPMAYER 1983	Anseriformes <i>Anser fabalis</i> <i>Anser albifrons</i>	Sportflugzeuge Hubschrauber	O S	Langsame Überflüge	Gänse reagieren mit Flucht; schon das ferne Motorengeräusch lässt die Gänse sichern und auffliegen.
GILL et al. 1996	Anseriformes <i>Anser brachyrhynchus</i>	Jets Flächenflugzeuge	O	Störreizhäufigkeit 0,4/h; 13,6% durch Jets und 9,1% durch langsame Flugzeuge verursacht	Gänse verlagerten sich auf Gebiete mit weniger Störreizen
KEMPF & HÜPPOP 1995	Charadriiformes <i>Limosa</i> <i>Vanellus vanellus</i>	Flächenflugzeuge Helikopter	O (UF)	Störreiz- und Reaktionshäufigkeit in Gelände nahe Flugplatz	Die Raumnutzung brütender und rastender Vögel hängt stärker von der Habitatqualität als von der Störreizhäufigkeit überfliegender Flugzeuge ab.
KOOLHAAS et al. 1993	Charadriiformes <i>Calidris canutus</i>	Militärische Jets Kleinflugzeuge	O, K (WM)	Tiefflüge ≤ 50 m AGL	An Tagen mit Flugbetrieb weniger Knute anwesend; Knutts sind nach Überflüge unruhiger und zeigen eine grössere Fluchtdistanz; Tragekapazität des Rastgebietes vermindert
KÜSTERS & VAN RADEN 1986, 1987	Anseriformes Charadriiformes	Jet	O, K (WM)	Tiefflüge	Vögel räumen Schneise der direkten Überflüge, bei Schalldruck über 100 dB (A); fliegen bei erstem Überflug noch auf, Reaktionsstärke nimmt schnell ab (Gewöhnung);
LEITO & RENNO 1983	Anseriformes <i>Branta leucopsis</i>	Helikopter Kleinflugzeuge	M	Tiefflüge	Häufigste Störungsursache, Fluchtdistanz zwischen 0,5 und 3 km
LUGERT 1988	Anseriformes	Jets Helikopter	FG	Tiefflüge (unter 300m) von militärischen Luftfahrzeugen, Wenden	Entenvögel weichen in andere Gebiete aus, d.h. das untersuchte Naturschutzgebiet erfüllt trotz seiner Grösse seine Funktion nicht.

Anhang 3: Auswirkungen des Luftverkehrs auf Verbreitung und Raumnutzung ausserhalb der Brutsaison

Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
MOSBECH & GLAHDER 1991	Anseriformes <i>Branta leucopsis</i> <i>Anser</i> <i>brachyrhynchus</i>	Helikopter Bell 206 Bell 212	O, K	Helikopterüberflüge	Kurzschnabelgänse verbringen mehr Zeit auf dem Wasser und weniger beim Grasens, je mehr sie gestört werden. Mauserplätze werden nicht besetzt
NORRIS & WILSON 1988	Anseriformes <i>Anser albifrons</i>	nicht spezifiziert	O, FG	Störreizefrequenz	0,5 Störreize pro Stunde; davon ca. 15% durch Flugzeuge; je mehr Störungen, desto kleiner die Schwarmgrösse; (Hauptproblem sind Störungen durch Landwirtschaft)
OWEN 1973	Anseriformes <i>Branta leucopsis</i>	Helikopter Kleinflugzeuge	O	Tiefflüge	Häufigeres Aufmerken, verminderte Nahrungsaufnahme, veränderte Raumnutzung
STOCK 1992a,b	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter Jets Kleinflugzeuge	O, K (WM)	Kleinflugzeuge, Jets, Helikopter 2.19 Störreize/h davon 26% durch Flugzeuge verursacht	Verschiebung der Gänse in ungestörtere Gebiete, gute Nahrungsgründe werden nicht mehr genutzt.
STOCK 1993	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Helikopter Jets Kleinflugzeuge	O, K (WM)	Kleinflugzeuge, Jets, Helikopter	Verschiebung im Verlaufe des Tages in ungestörtere Gebiete
WERNER & SCHUSTER 1985	Columbiformes Falconiformes Passeriformes Piciformes	Motor- und Segel- Kunstflüge, Verbands- flüge, Hubschrauber- Kunstflüge	FG	Sportflugveranstaltung mit extremen Tiefflügen, intensiver Lärm, Helikopterflügen,	Fluchtbewegungen von Kleinvögeln aus ihrem Lebensraum
ZEITLER 1995	Galliiformes <i>Lagopus mutus</i> <i>Tetrao tetrix</i> <i>Tetrao urogallus</i>	Gleitschirm Hängegleiter	W	Flugintensität	Keine Veränderung der Anzahl Individuen

A4 Literaturübersicht «Auswirkungen auf Fortpflanzungsverhalten und -erfolg»

Anhang 4: Auswirkung von Flugaktivität auf Fortpflanzungsverhalten und Fortpflanzungserfolg

Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
ALTMAN & GANO 1984	Charadriiformes <i>Sterna antillarum</i>	Harrier (Senkrechtstarter)	O (UF)	täglich 1–2 Starts und Landungen	Nester 28–50 m neben Piste; kein Verlassen der Nester durch Flugmanöver Neuansiedlung, eine erfolgreiche Brut
ANDERSEN et al. 1989	Falconiformes <i>Buteo jamaicensis</i>	Helikopter Army UH-1	O, W	Überflüge auf 30–45 m Höhe über Nest	Auffliegen; Gewöhnung <i>Bruterfolg nicht beeinträchtigt</i>
ANTHONY et al. 1995	Anseriformes <i>Branta bernicla</i>	Kleinflugzeug	O	Überflüge auf 140–155 m ü.B.	Reaktionen vernachlässigbar; Nester wurden nicht verlassen-
ANONYMOUS 1969 AUSTIN et al. 1970	Charadriiformes <i>Sterna fuscata</i>	Militärische Überflüge	K, M	Überschallknall (Einzelbeobachtung)	Panikartiges Auffliegen; Verlassen der Nester <i>Eier kühlten aus, 99% Brutausfall</i>
AWBREY & HUNSAKER 1997	Passeriformes <i>Polioptila melanura</i>	Militärische Überflüge		Schalldruck	Kein nachweisbarer Zusammenhang zwischen Nestbau und Gelegegrösse <i>Erfolgreiche Bruten auch bei täglich mehrstündigem Schalldruck >80 dB</i>
BARRY & SPENCER 1976	Anseriformes <i>Chen caerulescens</i>	Helikopter	O, S	Tiefflüge (Einzelbeobachtungen)	Brütende Vögel kehrten erst nach 45 min auf das Nest zurück; Auseinandersetzungen mit Artgenossen, als bei Flucht Territoriumsgrenzen überschritten wurden <i>Erhöhte Prädation auf verlassene Nester; Brutverlust</i>
BOSCHERT & RUPP 1993	Charadriiformes <i>Numenius arquata</i>	Modellflugzeuge militärische Helikopter	O	Anteil Modellflugbetrieb an Störreizen (Einzelbeobachtungen)	Ausweichen in Randgebiete, zeitweiliges Verlassen der Nester <i>Bruterfolg vermindert durch erhöhte Prädation während Störereignis</i>
BOURNE 1991	Pelecaniformes <i>Sula bassana</i>	Militärjets	K, M	Tiefflüge	Nester werden verlassen <i>massiver Brutausfall</i>
BROWN 1990	Charadriiformes <i>Sterna bergii</i>	Simulierter Fluglärm	I, M	Schallpegel 65–95 dB(A)	Orientierungsverhalten, Beunruhigung bei >85 dB(A) <i>Nest erst bei zusätzlich optischem Reiz verlassen, Fortpflanzungserfolg nicht quantifiziert</i>
BUNNELL et al. 1981	Pelecaniformes <i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Flächenflugzeug	I, S	Tiefflüge; Vergleich Zeitpunkt vor und nach Schlüpfen	Aufgeschreckte Altvögel zerstören Eier mit den Füßen (zertreten oder aus dem Nest geworfen) <i>88% Brutverlust bei Überflug vor Schlüpfen, spätere Überflüge keine Einfluss</i>
CARNEY & SYDEMAN 1999	Sphenisciformes	Helikopter	I, M	Übersichtsarbeit Annäherung auf <1500 m	Höhere Herzschlagfrequenz, Panik, Nester wurden zu bis zu 30% verlassen <i>massiver Brutausfall</i>
CARRIER & MELQUIST 1976	Falconiformes <i>Pandion haliaetus</i>	Helikopter Bell 47G-3B-1	K, S	Überflüge für Populationsüberwachung	Adulte verliessen Horst nur vorübergehend wenn Helikopter näher als 50 m kam <i>kein Einfluss auf Fortpflanzungserfolg</i>

Anhang 4: Auswirkung von Flugaktivität auf Fortpflanzungsverhalten und Fortpflanzungserfolg

Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
CRAIG & CRAIG 1984	Falconiformes <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Falco mexicanus</i>	Helikopter Hiller 12E	F	Überflüge für Populationsüberwachung	Artspezifische Reaktionen: Steinadler blieben reglos sitzen; Prärie Falken flogen unter Rufen auf; Rotschwanzbussarde flogen auf, reagierten aggressiv oder blieben reglos <i>Fortpflanzungserfolg nicht evaluiert</i>
DELANEY et al. 1999	Strigiformes <i>Strix occidentalis</i>	militärische Helikopter Sikorsky, HH-60G Pave Hawk, u.a.	W	Ein Überflug pro Tag; Messung Distanz und Lärmintensität	bei Distanzen >100 m keine Reaktion; brütende Weibchen reagieren am seltensten mit Flucht; Auffliegen nimmt mit Alter der Nestlinge zu <i>keine Auswirkung auf Fütterungsrate, keine Auswirkung auf Reproduktionserfolg</i>
DUNNET 1977	Chardriiformes <i>Larus argentatus</i> <i>Rissa tridactyla</i> <i>Uria aalge</i> <i>Alca torda</i> Procellariiformes <i>Fulmarus glacialis</i> Pelecaniformes <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Kleinflugzeug Piper Aztec Helikopter Sikorsky S61	I, M	Überflüge 100 m über Klippe (150 m über Meereshöhe)	keine Reaktion <i>kein Einfluss auf Fortpflanzungserfolg beobachtet</i>
ELLIS 1981 in GLADWIN et al. 1988b	Falconiformes <i>Falco peregrinus</i>	Militärische Jets	UF	Tiefflüge Überschallknalle	Kaum Reaktionen beobachtet <i>Bruterfolg und Nestwiederbesetzungsrate waren in allen beobachteten Horsten hoch</i>
ELLIS et al. 1991	Falconiformes <i>Accipiter cooperi</i> <i>Buteogallus anthracinus</i> <i>Parabuteo unicinctus</i> <i>Buteo albonotatus</i> <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Falco peregrinus</i> <i>Falco mexicanus</i>	militärische Jets A-4 (Skyhawk) A-7 (Corsair II) A-10 (Thunderbold II) F-4 (Phantom) F-104 (Starfighter)	UF	Überflüge unter 500 m Überschallknalle	Distanz >500 m keine Reaktion, wenn näher in 10% der Fälle Ducken oder Auffliegen der Adulten; in 15% der Fälle Ducken der Nestlinge; keine dramatischen Reaktionen <i>Reproduktionsrate normal; zu 95% Wiederbesetzung der Horste ein Jahr nach Experimenten</i>
FRASER et al. 1985	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Kleinflugzeug	W	Überflüge in 20–200 m Distanz von Nest oder ruhenden Ind.	meistens keine Reaktion, selten Kopfdrehen <i>keine negative Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg beobachtet</i>
GRIESSER & HEGELBACH 1999	Passeriformes <i>Alauda arvensis</i>	Linienflugzeuge	O, FG (UF)	Regulärer Flugbetrieb Flughafen Zürich-Kloten	Felderchen verhalten sich gegenüber dem Flugbetrieb indifferent <i>Bruterfolg nicht von Flugbetrieb beeinträchtigt</i>
GRUBB & BOWERMAN 1997	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i>	militärische Kampffjets Kleinflugzeuge Helikopter	O, F	Art des Flugobjektes Überflüge, Distanz	bei 800 m Distanz keine Reaktion, bei 400 m Wachsamkeit, bei 200 m Auffliegen (Mediane); Helikopter grösster Störreiz; sichtbare Reaktionsstärke nimmt im Verlaufe der Brutsaison zu <i>Fortpflanzungserfolg nicht erfasst</i>

Anhang 4: Auswirkung von Flugaktivität auf Fortpflanzungsverhalten und Fortpflanzungserfolg

Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
GRUBB & KING 1991	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Jets Kleinflugzeuge Helikopter	O, F	Verursacher und Dauer der Störreize, Reaktionsart	68% der Störreize durch Flugzeuge verursacht; lösten in 67% der Fälle keine Reaktion aus (1000 m Distanz, Median), in 29% Aufmerken (630 m), in 3% Auffliegen (300 m) und 1% Flucht (220 m) <i>Fortpflanzungserfolg nicht erfasst</i>
GRUBB et al. 1992	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Jets Kleinflugzeuge Helikopter	O, W S	Anzahl Überflüge, Distanz, Dauer	Luffahrzeuge lösen zu 68% eine Reaktion aus, wenn näher als 550 m und länger als 2.5 min <i>Fortpflanzungserfolg nicht erfasst</i>
GUNN & LIVINGSTONE 1974 in GLADWIN et al. 1988b	Passeriformes <i>Calcarius lapponicus</i>	Helikopter	O UF	Tiefflüge	<i>Fortpflanzungserfolg von Spornammern in Gebiet mit Tiefflügen gegenüber Kontrollfläche reduziert</i>
HEGELBACH 1999	Passeriformes <i>Luscinia megarhynchos</i> <i>Acrocephalus palustris</i> <i>Phylloscopus trochilus</i> <i>Ph. collybita</i>	Linienflugzeuge	O, FG (UF)	Regulärer Linienverkehr Flughafen Zürich-Kloten	Überdurchschnittliche Bestandesdichten <i>Kein negativer Einfluss des Flugbetriebes</i>
HEINEMANN 1969 in GLADWIN et al. 1988b	Galliformes <i>Gallus gallus</i>	Überschall-Flugzeuge	K	Flugzeuglärm Überschallknalle	Die Lärmeinwirkung hatte keinen Einfluss auf die Schlüpfrate von Hühnereiern im Vergleich zu einer Kontrollgruppe; Wachstum, Legebeginn und Legeleistung der experimentellen war ähnlich wie bei Kontrollgruppe
HENSON & GRANT 1991	Anseriformes <i>Cygnus buccinator</i>	Kleinflugzeuge Helikopter Linienflugzeuge	S	Flugbewegungen unter 615 m	bei 2 von 21 Überflügen keine Reaktion brütender Paare, bei 19 Aufmerken <i>kurzes Aufmerken, kein Verlassen des Nestes, keine negativen Auswirkungen auf Bruterfolg</i>
KAHLERT 1994	Anseriformes <i>Mergus serrator</i>	militärische Helikopter und Jets	K, M	Potenzielle Störreize	Störreize durch Flugverkehr <4%, löste in 25% der Fälle Reaktion aus; kurze Unterbruch der Nahrungsaufnahme <i>Keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg festgestellt</i>
KUSHLAN 1979	Ciconiiformes <i>Casmerodius albus</i> <i>Egretta thula</i> <i>Hydranassa tricolor</i>	Kleinflugzeug «Lake» Helikopter Bell 47G-2	K, M	Überflüge auf 120 und 60 m	90% der Vögel reagierten nicht oder nur mit Aufschauen, Nest wurde höchstens für kurze Zeit verlassen <i>Keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg</i>
LYNCH & SPEAKE 1978	Galliformes <i>Meleagris gallopavo</i>	Militärische Jets	O, W	Überschallknalle und Simulationen	Überschallknall löst 20 s Sichern der brütenden Henne; Unterbruch beim Fressen und Sichern während ca. 20 s bei führender Henne <i>Keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg</i>
NIEMAN & SOSSINKA 1991, 1992	Charadriiformes <i>Haaematopus ostralegus</i> <i>Vanellus vanellus</i> Laridae	Helikopter	FG	Überflüge Höhe ca. 120 m ü.B.	keine sichtbare Reaktion <i>Fortpflanzungserfolg nicht erfasst</i>

Anhang 4: Auswirkung von Flugaktivität auf Fortpflanzungsverhalten und Fortpflanzungserfolg

Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
NORMAN & SAUNDERS 1969	Charadriiformes <i>Sterna albifrons</i>	Kleinflugzeuge Helikopter	K, M	Art der Störreize	~ 5% der Störreize durch Luftfahrzeuge verursacht, Helikopter scheuchen brütende Vögel von ihren Nestern auf, Reaktion bei Flächenflugzeugen gering <i>Gesamthafter Populationsrückgang durch anthropogene Störungen</i>
PLATT 1977 in ANDERSEN et al. 1989	Falconiformes <i>Falco rusticolus</i>	Helikopter		Überflüge im Frühling	geringere Nestbesetzung im darauffolgenden Jahr
PUTZER 1989	Charadriiformes <i>Charadrius dubius</i> <i>Vanellus vanellus</i>	Modellflugzeuge	O, FG	Fluchtdistanzen gegenüber Modellflugzeugen	Auffliegen (ca. 200 m Distanz), Verlassen des Nestes während der Dauer des Störreizes; keine Gewöhnung <i>Auskühlen der Eier, Gelegeverlust durch andere Störreize, Fortpflanzungserfolg nicht erfasst</i>
QUAISSER & HÜPPOP 1995	Gruiformes <i>Otis tarda</i>	Sport- Propellerflugzeuge Düsenflugzeuge	O	Überflüge (hoch)	kurzfristige und schwache Erhöhung der Herzschlagrate (Gewöhnung) <i>Keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg</i>
RIEDERER 1976	Falconiformes Strigiformes Charadriiformes Passeriformes	Modellflugzeuge	O	Folgen der Errichtung eines Modellflugplatzes	Flucht bei Überflug von Modellflugzeugen; Störreizhäufigkeit durch gesamten Betrieb stark erhöht <i>Anspruchsvollere Brutvogelarten sind verschwunden</i>
SERIOT & BLANCHON 1996	Falconiformes <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Gyps fulvus</i> <i>Neophron percnopterus</i> <i>Falco peregrinus</i> Galliformes <i>Tetrao urogallus</i>	Helikopter Gleitschirme Hängegleiter Segelflugzeuge Kleinflugzeuge	F, W	Alle Überflüge über Naturschutzgebiete	Vögel fliegen auf, Schreckreaktionen, verlassen Brutplatz, Jagdgründe werden verlassen <i>Reduzierter Fortpflanzungserfolg durch erhöhte Jungensterblichkeit und Verlassen der Brut; keine Brutversuche mehr</i>
STOKES 1996	Falconiformes <i>Haliaeetus leucogaster</i> Columbiformes Passeriformes	Helikopter	I, M	Überflüge 100 m über Nest	Adler verlässt Nest solange Störung anhält; keine offensichtlich nachteilige Reaktion bei Kleinvögeln <i>Bei Adler vollständiger Brutausfall; bei Kleinvögeln kein Beeinträchtigung des Bruterfolges vermutet</i>
TEER & TRUETT 1973 in GLADWIN et al. 1988b	Passeriformes <i>Mimus polyglottos</i> <i>Cardinalis cardinalis</i> <i>Chondestis grammacus</i> Columbiformes <i>Zenaida macrura</i>	Militärische Jets		2-3 Überflüge mit Überschallknall pro Woche	Kein Unterschied in Fortpflanzungserfolg zwischen experimentellem Gebiet und Kontrollfläche <i>Keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg</i>
TRIMPER et al. 1998	Falconiformes <i>Pandion haliaetus</i>	CF-18 Hornets	W	Flüge auf 30 m ü.B. in 1.4 km, 2.3 km und 4.6 km Distanz	aufmerken, beobachten in Richtung Lärmquelle, nie auffliegen; Gewöhnung <i>gleiche Reproduktionsrate wie Kontrollgruppe</i>

Anhang 4: Auswirkung von Flugaktivität auf Fortpflanzungsverhalten und Fortpflanzungserfolg

Abk. Habitat: F: Felsen, FG: Feuchtgebiet; I: Insel; K: Küste; M: Meer; O: Offenes Gelände; S: See; UF: Umgebung Flugplatz; W: Wald; WM: Wattenmeer

Quelle	Ordnung Art	Flugzeugtypen	Habitat	quantifizierter Störreiz	Reaktion, Konsequenzen
WATSON 1993	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Helikopter: Hiller/Soloy UH 12E Bell 206 BIII Flächenflugzeug	O, S, I	Überflüge auf Distanzen zwischen 3050 bis 50 m	Geringere Reaktion auf Flächenflugzeug (7% der Adler) als auf Helikopter (53%) bei einer Distanz von ca. 500 m; geringere Fluchtdistanz der Adulten bei Nestbesitz (Nestverteidigung?) <i>keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg</i>
WHITE & SHERROD 1973	Falconiformes <i>Haliaeetus leucocephalus</i> <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Falco rusticolus</i> <i>Buteo lagopus</i>	Helikopter u.a. Hiller FH 1100	F, O	Überflüge für Populationsüberwachung in felsigem Gelände	meist keine Reaktion bei für Vögel sichtbarem Anflug; Panik bei plötzlichem Auftauchen über Felsen; <i>keine Auswirkung auf Fortpflanzungserfolg</i>
WILSON et al. 1991	Sphenisciformes <i>Pygoscelis adeliae</i>	Helikopter: MBBO-BO 105 DHC-6 Twin Otter Super Puma AS 332 Lockheed C130	I, M	Versorgungsflüge und Personentransport in der Antarktis	Verhaltensänderung bei 0.6–1.1 km Distanz der Helikopter; Pinguine verlassen ihre Nester mit zunehmendem Alter der Jungvögel; <i>Erhöhte Prädationsrate durch Skuas bei verlassenen Nestern</i>
ZEITLER 1995	Falconiformes <i>Aquila chrysaetos</i>	Gleitschirme Hängegleiter	W	Flugintensität	Verlassen des Horstes oder des Horstbereiches, Droh- und Angriffsflüge <i>Kein negativer Einfluss nachgewiesen</i>
ZONFRILLO 1992	Charadriiformes <i>Alle alle</i> <i>Alca torda</i> <i>Uria aalge</i>	F111 Düsenjäger Hercules Transporter Kleinflugzeug	I, M	Überflug 200 ft über Brutfelsen	Panikartiges Aufschrecken der Altvögel und Nestlinge <i>totaler Brutausfall durch zu Tode gestürzte Nestlinge, zerstörte Eier und durch Prädation</i>

A5 Beobachtungen während einer Flugveranstaltung

Die Lärmemissionen wurden während der Flugveranstaltung von ECOCONTROL SA im Auftrag der Abteilung Stadtplanung der kantonalen Verwaltung, Tessin, gemessen. Die Datenaufnahme erfolgte auf dem Balkon der Büros von ECOCONTROL SA, welche sich ca. 700 m nördlich der Seebucht in der Stadt Lugano befinden (ECOCONTROL 2001). Schalldrucke über 100 dB(A) wurden nur während der Überflüge der Patrouille Suisse erreicht. Alle anderen Luftfahrzeuge verursachten Schalldrucke unter 80 dB(A), mit Ausnahme des Harrier GR 7 mit maximal 96,5 dB(A). Die Patrouille Suisse trug 94% der totalen Schallenergie bei, die während der ganzen Veranstaltung gemessen wurde.

Die Vogelbeobachtungen sind in Tabelle I, die räumliche Verteilung der Wasservögel ist in Abbildung I dargestellt.

Anhang 5: Verhalten der häufigsten Vogelarten im Seebecken bei Lugano vor, während und nach der Flugveranstaltung vom 21. Juli 2001.

Zeitpunkt	Stockenten	Höckerschwäne	Lachmöwen
17. Juli 2001	42 Individuen	14 Individuen	20 Individuen
4 Tage vor der Flugveranstaltung	In der Mauser, teilweise flugunfähig, ruhig, teilweise schlafend, Gefiederpflege, Fressen, ruhiges Schwimmen	ruhig schwimmend, Gefiederpflege, Fressen	auf Wasserfläche, auf Pfosten und Booten ruhend
21. Juli 2001	40 Individuen	14 Individuen	170 Individuen
Unmittelbar vor der Flugveranstaltung	wie am 17. Juli 01	wie am 17. Juli 01	auf Wasserfläche ruhend
21. Juli 2001 während der Flugveranstaltung	Schlafende Individuen blicken auf, schwimmende werden schneller, Enten im Uferbereich verstecken sich allmählich unter Bootsstegen, keine offensichtlichen Schreckreaktionen		Alle Lachmöwen fliegen bei praktisch jedem Tiefflug auf.
21. Juli 2001	40 Individuen	14 Individuen	38 Ind. in ca. 700 m Entfernung vom Ufer, keine im Beckenbereich
Unmittelbar nach der Flugveranstaltung	ruhiges Verhalten wie vorher	ruhiges Verhalten wie vorher	

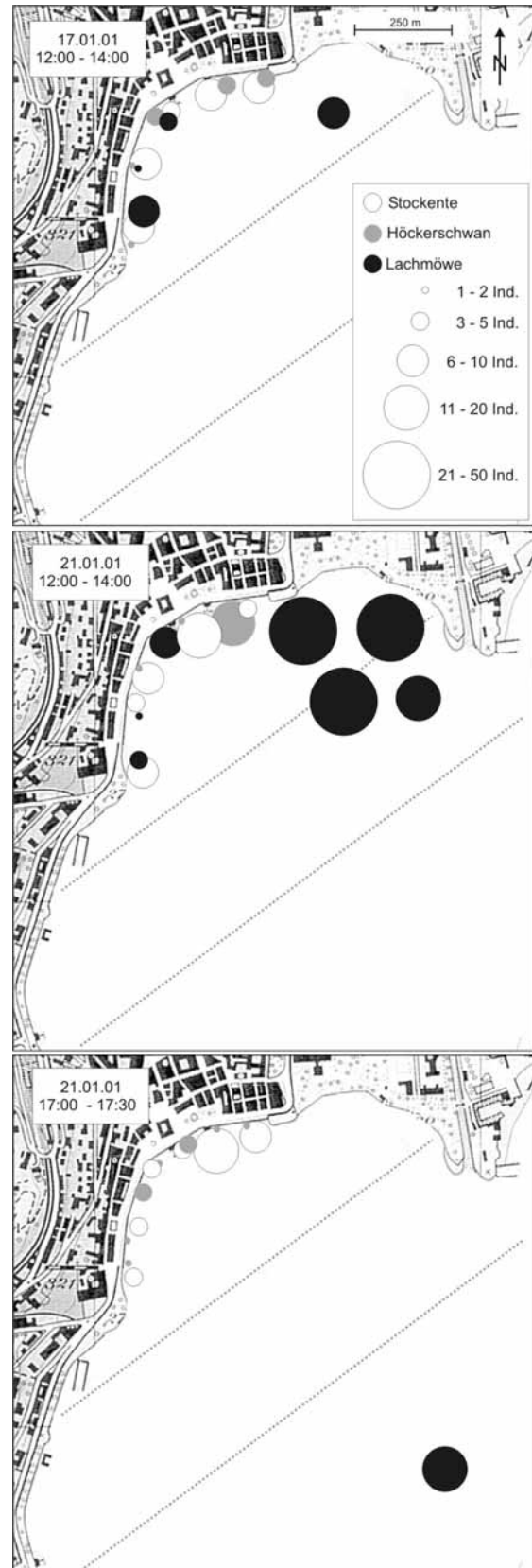


Abb. I:
Verteilung der Wasservögel im See-
becken von Lugano vier Tage vor (oben),
unmittelbar (Mitte) vor sowie unmittelbar
nach der Flugveranstaltung (unten).
Die punktierten Linien begrenzen die
Flugbahn für die Flugveranstaltung.
Die Beobachtungen wurden vom nördli-
chen und westlichen Uferbereich aus
durchgeführt.

A6 Störereignisse in den Bolle di Magadino

Anhang 6: Beobachtung von Reaktionen von Vögeln in den Bolle di Magadino auf Flugzeuge, die vom Flugfeld Locarno starteten oder dort landeten.

Datum	Beobachtung	Beobachter/in
1993–1996	Folgende Ereignisse wiederholten sich immer wieder: Enten- und Limikolenschwärme werden aufgescheucht und kreisen mehrere Minuten über dem Gebiet, bevor sie sich wieder niederlassen. Kleinvögel im Schilf werden häufig aufgescheucht und fliegen deshalb vermehrt in die Netze der Beringer. Die häufig im Gebiet jagenden Rohrweihen scheinen das Gebiet während militärischer Übungsflüge zu meiden.	R. Muheim
1995–1996	In Bäumen und Büschen sitzende Vögel flogen bei einem Flugzeug-Überflug jeweils plötzlich davon, Limikolen und Greifvögel schüttelten sich und Enten und Gänse verliessen das Gebiet in Richtung See ohne zurückzukehren. Die Anzahl der gefangenen Vögel hat abgenommen.	A. Gyimesi
30.4.1996	Bei einem tiefen Überflug tauchten 15 rastende Reiherenten ab oder flüchteten ins Röhricht. Eine Knäkente und ein Stockentenpaar hielten bei der Nahrungssuche inne und beobachteten das Flugzeug.	M. Spiess
4.5.1996	Ein Purpurreiher zog bei einem tiefen Überflug den Kopf ein, während ein zweiter aus dem Schilf aufflog und rasch nach Nordosten flüchtete.	M. Spiess
5.5.1996	Ein Seidenreiher schreckte aus dem Schilf auf und flog Richtung Norden weg.	M. Spiess
1998	Enten und Limikolen wurden wiederholt durch startende Flugzeuge aufgeschreckt. Drei über das Schilf fliegende Graureiher legten unvermittelt die Flügel an und liessen sich ins Schilf fallen, als ein startendes Flugzeug direkt auf sie zu flog.	T. Stalling
Herbst 1998	Kormorane und Möwen-Schwärme zeigten plötzliche Richtungsänderung im Flug bei landendem Flugzeug. Abflug von Staren, Möwen, Kiebitzen und Schwalben, vermutlich eher als Reaktion auf unvermitteltes Auftreten des Lärmes und grosse Geschwindigkeit (weniger infolge geringer Flughöhe). Nach dem Überflug von besonders lauten Flugzeugen war die Zahl der gefangenen Vögel erhöht.	L. Cunningham
18.10.1998	Bei einem Flugzeugstart wurden viele Kleinvögel aufgeschreckt, die alle nach W-NW flohen. Dabei flogen 12 davon direkt in ein Fangnetz.	L. Cunningham
Okt. 1998	Möwen (hauptsächlich Lach- und Weisskopfmöwen) fliegen immer wieder auf, führen plötzliche Wendungen aus oder lassen sich auf dem See nieder.	J. Gremaud
4.11.1998	Ein grosser Schwarm Lachmöwen fliegt panikartig tief über das Schilf nach dem Überflug eines besonders grossen Flugzeuges.	J. Gremaud
7.–12.11.1998	Schwärme von bis zu 84 Kiebitzen rasten in der Achse der Landepiste. Bei jedem Überflug werden sie aufgescheucht, fliegen manchmal über den See und lassen sich nach einigen Minuten wieder auf dem Feld nieder. Nach mehreren Störungen verlassen die Kiebitze das Gebiet.	J. Gremaud
29.9.1998	3000 bis 5000 Rauchschwalben, welche im Schilf einen Schlafplatz eingenommen hatten, wurden durch zwei kurz aufeinander folgende, laute Flugzeuge aufgeschreckt. Viele flogen in die Fangnetze. Der Schwarm flog wild durcheinander und verliess nach einigen Minuten den Ort definitiv.	C. Schönbächler
20.11.1998	Rund 80 Reiher- und Tafelenten wurden durch einen grossen Jet aufgeweckt. Ein Teil flog auf, andere tauchten ab. Dieses Verhalten wiederholte sich bei jedem lauten Flugzeug, während die Enten bei leiseren Überflügen keine sichtbare Reaktion zeigten.	C. Schönbächler

A7 Verhaltensbeobachtungen während der Helikopterflüge in Les Grangettes

Für die Protokollierung der Verhaltensbeobachtungen der Wasservögel wurde die Bucht in fünf Sektoren unterteilt (Abb. II, oben). Die Beobachterstandorte befanden sich am östlichen Ende der Beobachtungsfläche. Die Verhaltensänderungen während der Flüge wurden so lange protokolliert, bis sich die Situation stabilisiert hatte. Da jeweils eine einzelne Person die Beobachtungen durchführte, wurden nur auffällige Ereignisse protokolliert, die eine Änderung der Anzahl anwesenden Wasservögel nach sich zogen. Am 2. März 2002 wurde ein Fernrohr mit 30facher Vergrößerung benutzt, sodass Vögel bis in 1 km Distanz (Sektoren 1 bis 4) erfasst werden konnten (Tab. II). Am 9. März 2002 wurde ein Feldstecher mit 10facher Vergrößerung verwendet, mit dem Beobachtungen bis in 500 m Distanz (Sektoren 1 bis 2) möglich waren (Tab.III).

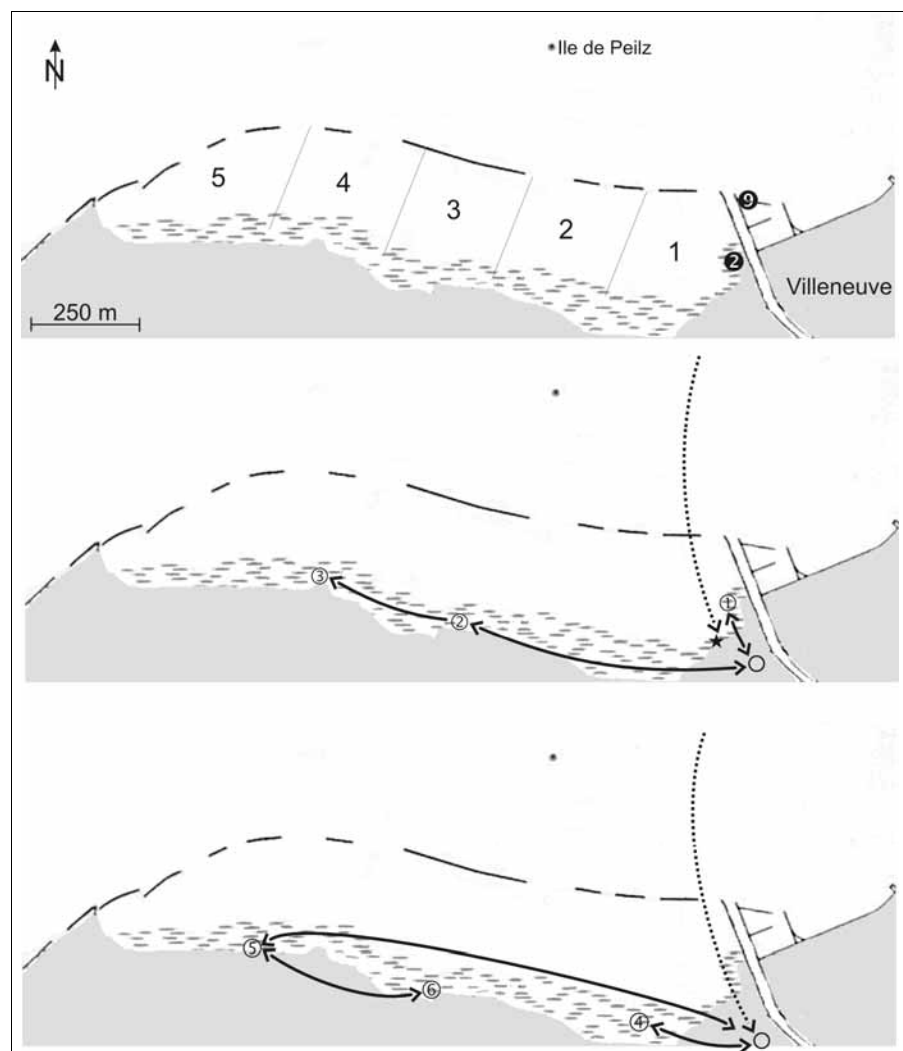


Abbildung II:
Situationsplan Les Grangettes mit Einteilung in Sektoren (oben) sowie Flugrouten vom 2. März 2002 (Mitte) und vom 9. März 2002. Die mit weissen Ziffern beschrifteten schwarzen Kreise bezeichnen die Beobachtungsorte am 2. und 9. März 2002. Die gepunktete Pfeillinie bezeichnet die Anflugroute, die durchgezogenen Pfeillinien die wiederholten Flugrouten des Transporthelikopters. Der leere Kreis markiert den zentralen Sammelpunkt und die nummerierten Kreise die Orte, wo das Schwemmgut in den Netzen bereitgestellt wurde.

Anhang 7.1: Beobachtungen vom 2. März 2002. Es herrschte kaltes, windiges und regnerisches Wetter.
Die Sichtweite war durch Regen auf Sektoren 1 bis 4 eingeschränkt.

Zeit	Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Sektor 4	Wellenbrecher
8:00 h	Ca. 60 Blässhühner, 9 Haubentaucher, 5 Gänsesäger, 4 Schnatter- und 4 Tafelenten und ein Graureiher	8 Tafelenten	Ca. 500 Reiherenten	1500 Enten, davon ca. 40% Kolben-, 50% Reiher- und 10% Tafelenten	34 Kormorane in Abständen von einigen Metern zueinander und 14 Grossmöwen
9:00 h			Alle Reiherenten fliegen durch Arbeiten im Schilf auf, 26 landen nach 2 min Flug, eine Gruppe fliegt in Sektor 4		
9:40 h Ankunft Helikopter	Alle Vögel schwimmen bei überfliegendem Helikopter gehetzt in westliche Richtung davon.		Sektor leer	Enten bleiben ruhig.	
10:00 h Beginn Transportflüge	Erneut Ausweichbewegungen Richtung Westen			Alle Enten fliegen in nördlicher Richtung davon, kehren nach 1,5 min zurück, kreisen, landen	Kormorane fliehen ausserhalb Sichtweite
Helikopterflüge im 2 min Rhythmus zwischen Punkt 2 und 3 (siehe Abb. II)			83 Tafelenten landen	Tafel-, Reiher- und Kolbenenten fliegen wiederholt auf, landen nach 1,5 min wieder (aber oft ausserhalb der Wellenbrecher)	
10:40 h				250 Reiherenten schwimmen unruhig umher	
10:50 h kurze Flugpause				Rückkehr von einigen hundert Kolbenenten, die gleich wieder auffliegen	
11:00 h Helikopterflüge gehen weiter, Situation bleibt konstant	20 Blässhühner, 2 Haubentaucher und ein Gänsesäger	Keine Vögel sichtbar	Keine Vögel sichtbar	100 Reiher-, 100 Tafel-, 20 Kolbenenten und 30 Blässhühner	Keine Vögel sichtbar

Anhang 7.2: Beobachtungen vom 9. März 2002, bei leichter Bewölkung, Windstille und guter Sicht.

Zeitpunkt	Sektor 1 und 2	Wellenbrecher
8 :30 h	20 Haubentaucher, 15 Tafel- und 70 Reiherenten und 20 Blässhühner, ruhig schwimmend oder ruhend	15 Kormorane, 7 Graureiher und 15 Grossmöwen, rastend
8:42 h Anflug Helikopter	5 Tafelenten fliegen weg.	Alle Vögel fliegen ausserhalb Sichtweite
8:50 h Transportflüge in 20 s Intervallen zwischen Sammelplatz und Punkt 4 (Abb. II unten)	Alle Haubentaucher verlassen schwimmend das Gebiet, Reiherenten fliegen weg, landen z.T. ausserhalb der Wellenbrecher	
9:17 h Landung beim Sammelplatz	5 Haubentaucher, 6 Höckerschwäne, 3 Löffelenten und 5 Blässhühner anwesend; 3 Tafel- und 55 Reiherenten fliegen ein, die vermutlich durch Arbeiten im Schilfgürtel im Sektor 5 aufgescheucht wurden.	
9:25 h Transportflüge zwischen Punkt 5 und 6 (siehe Abb. II unten)	Anzahl Vögel ändert sich laufend ein wenig.	
9:47 h Situation bleibt mehr oder weniger konstant	3 Haubentaucher, 3 Höckerschwäne, 2 Stock- und 10 Reiherenten, sowie 1 Kormoran, 4 Blässhühner und 1 Möwe: keine auffälligen Verhaltensänderungen	

A8 Beobachtungen von Kiebitzen im Hochmoor von Les Ponts-de-Martel

Anhang 8: Beobachtungen von Kiebitzen und Helikopterflügen bei Marais de Brot (schriftl. Mitteilung J.-D. Blant). Beobachtungen stammen aus den Datenbanken des COMONE (Cercle Ornithologique des Montagnes Neuchâteloises) und von Ecoconseil, La Chaux-de-Fonds. 1994-1996 aus der Datenbank der Schweizerische Vogelwarte

Jahr	Kiebitz-Beobachtungen	Helikopterflüge
1991	2 Brutpaare mit flüggen Jungen ¹	-
1992	2-3 Brutpaare mit Territorialverhalten ¹	-
1993	2 Brutpaare mit Territorialverhalten; Brutverlust, möglicherweise durch Fuchs ¹	-
1994-1996	reguläre Brutnachweis (J. Laesser/V. Martin)	-
1997	31.3. 3 Ind., davon ein Paar mit Revier 23.2. 2 Ind. bei Marais de Brot 31.3. Paar bei «Sous-le Rondel» in 200 m Entfernung des Helilandeplatzes 5.4. 0 Ind. 7.4. 0 Ind. 19.4. 0 Ind. 23.4. 0 Ind.	Aufnahme der Flugaktivitäten der Helikopter-Flugschule; im Frühling besonders viele Flüge
1998	6.3. 2 balzende Paare 16.3. 1 Ind. 21.3. 2 Ind. mit Territorialverhalten 22.4. 1 Ind. (Das Paar ist verschwunden) 23.4. 1 Ind. 27.4. -1.5. 0 Ind.	Zahlreiche Flüge während des ganzen Jahres 27.3. Tiefflugübungen in verschiedenen Bereichen des Beobachtungsortes auf 10 m über Grund
1999	Keine Kiebitze festgestellt während 1 Beobachtungstag im März und 7 Tagen im April	Zahlreiche Flüge, insbesondere im Frühling
2000	50 Ind. Anfangs März durch einen Landwirt beobachtet Keine Kiebitze mehr festgestellt während 3 Beobachtungstagen im März und 4 Tagen im April	Unbekannt
2001	24.3. 1 Paar ¹ Keine Kiebitze mehr festgestellt während 3 Beobachtungstagen im März und 3 Tagen im April	Unbekannt

¹ Beobachtung von Ecoconseil

A9 Störereignisse durch Helikopterflüge

Anhang 9: Einzelbeobachtungen von Helikopter-Überflügen an verschiedenen Orten.

Datum	Ort	Helikopter-Überflug	Beobachtung	Beobachter/in
7.3.1994	Baggerweiher Erzenholz (Frauenfeld, TG)	Helikopter HB-XUJ fliegt über das Gebiet nördlich des Weihers und versucht Landung	Alle Enten fliegen auf und verlassen den Weiher.	H. Leuzinger
18.6.1994	Ägelsee (TG)	Wiederholter Überflug des Helikopters HB-XPT auf ca. 50 m ü.B.	Alle Enten flüchten in Deckung.	H. Leuzinger
27.11.1994, 14:15 h	Fanel (BE)	Ziviler Helikopter auf ca. 150 m ü.B und in ca. 200 m Distanz	schlafende bzw. fressende Gänse (20) und Enten (über 100) fliegen beim Überflug auf. Gänse kehren innerhalb von 30 min zurück; Enten bleiben weg. Gänse sind während weiteren 30 min unruhig (sichern). Anschliessend reagierten die Gänse auf jedes Luftfahrzeug mit Sichern oder Kopfdrehen, sogar bei Flugzeugen mit einer Flughöhe von min. 300 bis 500 m ü.B.	M. Trocmé
13.11.1998	Bolle di Magadino (TI)	Wiederholter Überflug eines Löschhelikopters	Kormoran-Trupps fliegen über ihrem üblichen Übernachtungsgebiet umher. 35 Kiebitze zögern, bevor sie in einem Rastgebiet landen, um schliesslich ganz wegzufiegen.	C. Schönbächler
7.9.2001	Kaltbrunner Riet (SG)	Während 30 min Tiefflug eines Armeehelikopters über die Kernzone des Naturschutzgebiets und angrenzendem Gelände	Gestörtes Verhalten der rastenden und nahrungssuchenden Vögel und anhaltende Unruhe: 2 Weissstörche, 40 Enten, 1 Rohrweihe, 1 Kornweihe, 1 Temminckstrandläufer, 4 Bruchwasserläufer, 2 Waldwasserläufer, 3 Grünschenkel, 18 Grosse Brachvögel, 5 Bekassinen	L. und K. Felix
31.10.2001	Fanel (BE)	Ziviler Helikopter auf ca. 100 bis 150 m ü.B.	Alle Wasservögel starten und fliegen ungerichtet umher.	J. Bauermeister
10.1.2002, 14:15 h	Garten der Schweizerischen Vogelwarte Sempach (LU)	Vier Überflüge einer Alouette III in 20 min auf 80 m ü.B. u. 100 m Distanz vom Ufer	Am Boden fressende Spatzen und Amseln fliegen bei jedem Überflug erneut auf und fliehen in Büsche und ins Schilf	S. Komenda-Zehnder
9.1.2003, 11:40 h	Luzerner Seebecken (LU)	Transporthelikopter mit angehängtem Auto unter 300 m ü.B.; Helikopter des SF DRS umfliegt den Transporthelikopter	2000 bis 3000 Kolbenenten und 2 Graugänse werden aufgescheucht und landen etwas später wieder. Erneuter Überflug beider Helikopter scheucht wieder alle Kolbenenten, 20 Schellenten und kleine Reiher- und Tafelententrupps auf. Die Tafelenten fliegen weg.	M. Thoma

A10 Störereignisse durch Zeppelin-Überflüge

Anhang 10.1: Beobachtungen von Zeppelin-Überflügen in den Wasservogelreservaten am südöstlichen Ufer des Neuenburgersees.

Datum, Zeit	Überflogenes Gebiet	Flughöhe	Vogelarten	Reaktionen	Beobachter
12.6.02 13:45	Bas-Lac (Chablais-Fanel)		Möwen (Laridae)	Auffliegen	F. Turrian
12.6.02 15:00	Inseln im Fanel		Nistende Kormorane	Auffliegen	F. Turrian
11.9.02 15:00	Chablais de Cudrefin		Alle anwesenden Wasservogel	Auffliegen	F. Turrian
18.9.02 12:00	Chablais de Cudrefin und Fanel	ca. 200 m ü.B.	Min. 5000 Wasservogel	Auffliegen	F. Turrian
18.9.02 15:00	Fanel	200–300 m ü.B.	Silberreiher, Gänse und ein Teil der Enten	Auffliegen	F. Turrian
29.9.02 18:30	Diagonal über Fanel, von SW nach NE	150–200 m ü.B.	10'000 Ind.: 50% Tafelenten 30% Kolbenenten 15% Reiherenten Blässhühner, Grau- und Silberreiher, Schnatterenten	Fliegen auf, teilweise Flucht, Flugdauer 10–15 min, spätere Landung im Chablais de Cudrefin oder weiter Rückkehr zu ursprünglichem Verhalten nach 10–20 min	C. A. Balzari
8.10.02 11:50	Chablais de Cudrefin und Fanel	300–500 m	2000 bis 3000 Tafelenten mehrere hundert Kolbenenten ca. 40 Graugänse 2 Saatgänse Möwen	Alle Wasservogel fliegen auf; die Möwen beruhigen sich sofort wieder; die Enten und Gänse kreisen minutenlang über dem Gebiet; ein diesjähriger Wanderfalke versucht vergeblich Beute zu schlagen.	M. Thoma
9.10.02 13:56	Chablais de Cudrefin und Fanel		6000 bis 8000 Enten in Chablais de Cudrefin 12'000 bis 15'000 Enten im Fanel	Fliegen auf, Flugdauer ca. 10 min, erhöhte Unruhe und Flugbewegungen während weiteren 30 min.	P. Rapin
9.10.02 14:57	Chablais de Cudrefin		6000 bis 8000 Enten	Fliegen auf, ebenso 1/3 der Enten im Fanel; die restlichen Enten im Fanel zeigen Alarmverhalten; anschliessend anhaltende Unruhe	P. Rapin

Anhang 10.2: Reaktionen von Wasservögeln auf Luftschiff-Überflüge am Nordwestufer des Bodensees (Schriftl. Mitteilung B. Schürenberg).

Datum, Zeit	Ort	Beobachtung
23.11.2002 ca. 14:00 h	Immenstaader Ufer, westlich des Landesteges	Sämtliche Reiherenten (70) Tafelenten (30), Schellenten (16) und Gänsesäger (6) fliegen auf.
24.11.2002	Kirchberger Bucht / Immenstaad	Sämtliche Reiher-, Tafel- und Kolbenenten (130), Schellenten (152) und Gänsesäger (69) fliegen auf.
24.11.2002	vor dem Kirchberger Campingplatz	Auf dem Rückflug fliegen nochmals sämtliche Reiher-, Tafel- und Kolbenenten auf (150), ca. 200 Blässhühner weichen fliegend, bzw. angestrengt schwimmend dem Luftschiff aus.
1.12.2002	Kirchberger Bucht	Sämtliche Schellenten (160) werden verscheucht.
1.12.2002	vor Hagnau-Ost	Auf dem Rückflug fliegen sämtliche Tafelenten (150) und Schellenten (2) auf.
1.03.2003 ca. 13:00 h	Luftschiff fliegt westlich von Manzell auf den See hinaus und kommt auf der gleichen Route zurück	Beide Male fliegen 120 Schellenten auf. Sie fliegen sehr weit auf den See hinaus und kommen erst nach jeweils 20 bis 25 min wieder zurück. Abgesehen von ein paar Stockenten hielten sich keine weiteren Enten in der Manzeller Bucht auf.
18.07.2003	Ufer beim Naturschutzgebiet Lipbachmündung / Immenstaad	Waldwasserläufer fliegt auf, als das Luftschiff sichtbar wird, führt drei scharfe Wendemanöver aus und entschwindet über dem See.

A11 Störereignisse durch Heissluftballon-Überfahrten

Anhang 11.1: Reaktionen von Enten auf dem Ägelsee TG bei Heissluftballon-Überfahrten (schriftl. Mitt. H. Leuzinger).

Datum	Heissluftballon	Geschätzte Höhe ü.B.	Verhalten der Wasservögel
30.7.1993	«TOGGENBURGER » HB-BQV	über 300 m, ohne Zünden des Brenners	keine Reaktion
26.6.1994	«SHARP»	100 bis 120 m in Richtung E–W am Seerand entlang, ohne Zünden des Brenners	Enten (hauptsächlich Reiherenten) werden aufgeschreckt und fliegen durcheinander. 5 Reiherenten sind nachher auf dem Baggerweiher Erzenholz, wo sich vorher keine befanden.
4.6.2000	Ballon- Meisterschaften auf der Allmend Frauenfeld	Aufstieg eines Ballons 200 m südöstlich des Ägelsees, tiefe Überfahrt in Richtung Allmend.	Wilde Flucht der Enten; vor dem Störereignis hielten sich 35 Reiherenten auf dem See auf, nachher nur noch 17. Auf dem Baggerweiher sind 10 Reiherenten, wo sich vorher keine befanden.

Anhang 11.2: Zufällige Beobachtungen von Heissluftballon-Überfahrten beim Flachsee AG, welche durch die Reservatsaufseher der Aargauischen Reusebene gemacht wurden.

Zeitpunkt	Verhalten Heissluftballon	Verhalten Wasservögel	Beobachter
August 1991 In der Abenddämmerung	Tiefflug über Schutzgebiet, Sinkflug über dem Wasser mit Zünden des Brenners um Absinken zu stoppen (Abb. 16)	Zahlreiche Wasservögel fliegen panikartig auf, teilweise im Schwarm	D. Thiel
Sommerhalbjahr, Anfangs 90er-Jahre Späteren Nachmittag	Heissluftballon startet in etwa 100 m Distanz vom Birriweiher (Meerenschwand), Brenner wird auf 10 m über dem Weiher mehrfach gezündet. Es entsteht ein lautes, zischendes Geräusch	Panikartige Reaktion von den Wasservögeln, Stockenten flüchten, Blässhühner schwimmen unter Warnrufen verstört im Uferbereich herum, Wasserrallen rufen heftig und ausdauernd. Es dauert schätzungsweise eine Viertelstunde, bis sich die Rallen definitiv beruhigt haben.	G. Vonwil

A12 Gesetzliche Grundlagen bezüglich Luftfahrt und Schutz der Fauna

Grundlagen auf Bundesebene

Die *Bundesgesetze und Verordnungen* können abgerufen werden via www.admin.ch/ch/d/sr/7/Nummer_des_Dokuments/de.

Die Bundesverfassung (**BV**; SR 101) verpflichtet den Bund nach Artikel 78 Absatz 2 bei der Erfüllung seiner Aufgaben Rücksicht auf die Natur und die Landschaft zu nehmen. Die Luftfahrt ist gemäss Artikel 87 BV eine solche Bundesaufgabe.

Im Einzelnen verpflichtet Artikel 3 des Bundesgesetzes über Natur- und Heimatschutz (**NHG**; SR 451) den Bund und seine Behörden bei ihren Aufgaben die Landschaft zu schonen. Diese Verpflichtung gilt insbesondere bei Objekten, die in einem Bundesinventar aufgenommen sind (z.B. Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung, Moor- und Auenlandschaften, Wasser- und Zugvogelreservate) aber auch für die Eidgenössischen Jagdbanngebiete. Alle zugehörigen Verordnungen verlangen die Erhaltung und Förderung der jeweils typischen Tier- und Pflanzarten und ihrer ökologischen Bedürfnisse.

Im Hinblick auf den Schutz von Natur und Landschaften von besonderer Bedeutung vor Einwirkung durch die Luftfahrt ist zudem das Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes (**USG**; SR 814.01) anwendbar.

Das Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz; **JSG**; SR 922.0) legt im Artikel 7 Absatz 1 fest, dass alle Vögel, mit Ausnahme einiger jagdbarer Arten, geschützt sind. Gemäss Art. 7 Absatz 4 sorgen die Kantone für ausreichenden Schutz der wildlebender Säugetiere und Vögel vor Störung. Artikel 11 verlangt die Ausscheidung von Wasser- und Zugvogelreservaten von nationaler oder internationaler Bedeutung sowie die Bezeichnung eidgenössischer Jagdbanngebiete. Gemäss Artikel 11 Absatz 4 können die Kantone weitere Jagdbanngebiete und Vogelreservate ausscheiden.

Artikel 5 Absatz 1 der Verordnung über die eidgenössischen Jagdbanngebiete (**VEJ**; SR 922.31) bestimmt, dass unter anderem Tiere in Banngebieten nicht gestört werden dürfen. Für die Schutzgebiete nach der Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (**WZVV**; SR 922.32) gelten gemäss Artikel 5 und 6 dieselben Vorschriften.

Auch das Luftfahrtrecht enthält schutzbezogene Bestimmungen. Artikel 12 Absatz 2 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt (**LFG**; SR 748.0) verlangt vom Bundesrat, Vorschriften zum Schutze der Natur zu erlassen. In Artikel 8 Absatz 4 LFG wird die Ausscheidung von Ruhezeiten ausdrücklich verlangt. Das BAZL ist aufgrund von Artikel 15 LFG beim Erteilen von Bewilligungen verpflichtet, besondere polizeilichen Massnahmen zur Bekämpfung des Fluglärms zu verlangen.

Auf Verordnungsstufe weist Artikel 53 Absatz 1 der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (**VIL**; SR 748.131.1) das BAZL an, sich unter Beizug des BUWAL bei der Erarbeitung von freiwilligen Betriebsregeln zum Schutze der Natur für bestimmte Kategorien von Luftfahrzeugen zu beteiligen. Absatz 2 ermächtigt das UVEK, zum Schutz der Natur in genau bezeichneten Gebieten für bestimmte Kategorien von Luftfahrzeugen Start-, Lande- oder Überflugbeschrän-

kungen zu erlassen. Artikel 54 und 55 gehen auf Gebirgslandeplätze und Artikel 57 auf Aussenlandungen ein. Artikel 61 legt fest, dass das BAZL zusammen mit dem BAMF regelmässig eine ICAO-Luftfahrkarte 1:500'000 und eine Luftfahrthinderkarte 1:100'000 veröffentlicht.

**Weitere Ansatzpunkte
für schutzorientierte
Einschränkungen**

Ein gewisser Schutz der Natur ergibt sich aus den allgemeinen Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge. So müssen Luftfahrzeuge nach Artikel 44 der Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (**VVR**; SR 748.121.11) bei Sichtflug über dicht besiedelten Zonen eine Flughöhe von mindestens 300 m über Grund und ausserhalb von dicht besiedelten Zonen grundsätzlich eine solche von 150 m einhalten. Für Landungen und Start ausserhalb von Flugplätzen sind nach Artikel 50ff. **VIL** enge Grenzen gesetzt.

Das Landschaftskonzept Schweiz (BUWAL/BRP 1998) hält im Kapitel 6 «Luftfahrt» folgendes Sachziel fest: «Zum Schutz der Natur sollen in dem von der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (**VIL**, Art. 53) vorgegebenen Rahmen in genau bezeichneten Gebieten für bestimmte Kategorien von Luftfahrzeugen Start-, Lande- oder Überflugsbeschränkungen festgelegt werden.»

Soweit der Bund Rechtsfragen der Luftfahrt nicht regelt, können die **Kantone** eigene Bestimmungen erlassen. In zulässiger Weise hat beispielsweise der Kanton Appenzell i.Rh. das Starten und Landen von Deltaseglern oder anderen Luftfahrzeugen (für die kein Zwang der Flugplatzbenutzung besteht) im Alpengebiet mit Ausnahme der bewilligten Start- und Landeplätze verboten.

**Konformität mit
internationalem Recht**

Artikel 44 des Übereinkommens über die internationale Zivilluftfahrt (SR 0.748.0) führt die Ziele der internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) auf.

In Artikel 1 des Übereinkommens wird festgehalten, dass jeder Staat im Luftraum über seinem Hoheitsgebiet die volle und ausschliessliche Lufthoheit besitzt. Einschränkungen der Luftfahrt, wie sie zum Schutz von Natur und Landschaft im schweizerischen Recht vorgesehen werden, widersprechen dem Übereinkommen nicht, da sie nur Verkehrsvorschriften und somit Teil der Lufthoheit sind und die Überflugrechte an sich nicht tangieren.

In der EU ist der Umweltschutz eine konkurrierende Gemeinschaftskompetenz der EU und der Mitgliedsstaaten (Artikel 3 Absatz 1 des EG-Vertrages (EGV) in Verbindung mit Artikel 174 ff. EGV). Artikel 2 EGV verlangt ein hohes Mass an Umweltschutz und eine Verbesserung der Umweltqualität. In Artikel 6 EGV wird der Einbezug der Erfordernisse des Umweltschutzes bei der Durchführung der Gemeinschaftspolitiken und -massnahmen verlangt.

Artikel 174–176 EGV finden sich im Titel XIX «Umwelt». Die 9. Erklärung der Regierungskonferenz 2000 (Nizza) verdeutlicht die Wichtigkeit des Umweltschutzes. Darin wird erklärt, dass die Vertragsparteien entschlossen sind, dafür zu sorgen, dass die Europäische Union eine führende Rolle bei der Förderung des Umweltschutzes in der Union sowie – auf internationaler Ebene – bei der weltweiten Verfolgung desselben Ziels spielt. Artikel 176 EGV erlaubt den einzelnen Mitgliedsstaaten explizit verstärkte Schutzmassnahmen beizubehalten oder zu ergreifen.

Verzeichnisse

1 Glossar / Vokabular

Gründelente

Sammelbezeichnung für Enten, die ihre Nahrung hauptsächlich durch Gründeln beschaffen, auch Schwimmenten genannt, z.B. Stock- und Krickenten.

Kleinaviatik

Darunter werden in dieser Arbeit Kleinluftfahrzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht bis 8618 kg zusammengefasst

Limikolen

Watvögel, z.B. Kiebitz, Grosser Brachvogel, Alpenstrandläufer

Mauser

Gefiederwechsel bei Vögeln

Ramsargebiet

Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung v.a. als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, gemäss Ramsar-Konvention.

Tauchenten

Sammelbegriff für Enten, die ihre Nahrung hauptsächlich durch Tauchen beschaffen, z.B. Tafel- und Reiherenten.

Wasservögel

Sammelbegriff für Kormorane, Reiher, Schwäne, Gänse, Enten, Möwen, Seeschwalben, Rallen (z.T. auch unter Einschluss der Limikolen)

2 Abkürzungsverzeichnis

BAZL

Bundesamt für Zivilluftfahrt

BLN

Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung

BUWAL

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

BfN

Bundesamt für Naturschutz, Deutschland

dB(A)

Dezibel, mit dem menschlichen Gehör entsprechend gewichtete Frequenzen

DAeC

Deutscher Aero Club

m ü.B.

Meter über Boden (gegebenenfalls auch über Wasser)

VFR

Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)

3 Literatur

- ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 1980: *San Diego workshop on the interaction between manmade noise and vibration and Arctic marine wildlife*. Acoustic Society of America, American Institute of Physics.
- ALTMAN R. L., GANO R. D. 1984: *Least Terns nest along side harrier jet pad*. *J. Field. Ornithol.* 55: 108–109.
- ANDERSEN D. E., RONGSTAD O. J., MYTTON W. R. 1990: *Home-range changes in raptors exposed to increased human activity levels in southeastern Colorado*. *Wildl. Soc. Bull.* 18:134–142.
- ANDERSEN D. E., RONGSTAD O. J., MYTTON W. R. 1986: *The behavioral response of red-tailed hawk to military training activity*. *Raptor Res.* 20: 65–68.
- ANDERSEN D. E., RONGSTAD O. J., MYTTON W. R. 1989: *Response of nesting red-tailed hawks to helicopter overflights*. *Condor* 91: 296–299.
- ANONYMOUS 1970: *An annotated bibliography on animal response to sonic booms and other loud noises*. National academy of sciences national research council.
- ANTHONY R. M., ANDERSON D. W., SEDINGER J. S., McDONALD L. L. 1995: *Estimating populations of nesting brant using aerial videography*. *Wildl. Soc. Bull.* 23: 80–87.
- ASHERIN S. A., GLADWIN D. N. 1988: *Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: a research needs workshop*. U.S. Fish and Wildlife Service, National Ecol. Research Center.
- AUSTIN O. L. JR., ROBERTSON W. B. JR., WOOLFENDEN G. E. 1970: *Mass hatching failure of Dry trotugas sooty terns (Sterna fusca)*. Voous, K. H. Proc. of the 15th International Ornithological Congress, The Hague, 627.
- AWBREY F. T., HUNSAKER D. 1997: *Effects of fixed-wing military aircraft noise in California gnatcatcher reproduction*. *J. Acoust. Soc. Am.*, 102: 3177.
- BARKHAUSEN A., GEISER F. 1997: *Wanderführer durch 132 Naturschutzgebiete der Schweiz*. Reinhardt, Basel.
- BARRY T. W., SPENCER R. 1976: *Wildlife response to oil well drilling*. Canadian Wildlife Service Progress Notes 67: 1–15.
- BAUER H. G., STARK H., FRENZEL P. 1992: *Der Einfluss von Störungen auf überwinternde Wasservögel am westlichen Bodensee*. *Ornithol. Beob.* 89: 93–110.
- BÉLANGER L., BÉDARD J. 1989: *Responses of staging greater snow geese to human disturbance*. *J. Wildl. Manage.* 53: 713–719.
- BÉLANGER L., BÉDARD J. 1990: *Energetic cost of man-induced disturbance to staging snow geese*. *J. Wildl. Manage.* 54: 36–41.
- BELL W. B. 1972: *Animal responses to sonic booms*. *J. Acoust. Soc. Amer.* 51: 758–765.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2000: *Important Bird Areas in Europe. Priority sites for conservation*. Volume 1: Northern Europe.
- BIVINGS A. E. 1991: *Vorteile und Grenzen des Einsatzes funkgesteuerter Kleinflugzeuge zur Vergrämung von Vögeln*. *Vogel und Luftverkehr* 11: 34–38.
- BLACK B. B., COLLOPY M. W., PERCIVAL H. F., TILLER A. A., BOHALL P. G. 1984: *Effect of low-level military training flights on wading bird colonies in Florida*. *Florida Coop. Fish. Wildl. Res. Unit, Sch. For. Res. Conserv., University of Florida*, S. 190.
- BLOKPOEL H., HATCH D. R. M. 1976: *Snow Geese, disturbed by aircraft, crash into power lines*. *Can. Field Nat.* 90: 195.

- BLOKPOEL H. 1976: *Bird hazards to aircraft: problems and prevention of bird/aircraft collisions*. Clarke, Irwin, Co., Toronto.
- BOLLMANN K., KELLER V., MÜLLER W., ZBINDEN N. 2002: *Prioritäre Vogelarten für Artenförderungsprogramme in der Schweiz*. Ornithol. Beob. 99: 301–320.
- BOSCHERT M., RUPP J. 1993: *Brutbiologie des Grossen Brachvogels Numenius arquata in einem Brutgebiet am südlichen Oberrhein*. Vogelwelt 114: 199–221.
- BOSCHERT M. 1993: *Auswirkungen von Modellflug und Strassenverkehr auf die Raumnutzung beim Grossen Brachvogel (Numenius arquata)*. Z. Ökologie u. Naturschutz 2: 11–18.
- BOURNE W. R. P. 1991: *Gannets and aircraft at Troup Head*. BTO-News 19.
- BROGGI M. F. 1986: *Neue Formen des Fluglärms im Alpenraum: Heliturismus und Ultralights*. Jahrbuch Naturschutz und Landschaftspflege 38: 93–98.
- BROMLEY R. G., HEARD D. C., CROFT B. 1995: *Visibility bias in aerial surveys relating to nest success of Arctic geese*. J. Wildl. Manage. 59: 364–371.
- BROUGH T., BRIDGMAN C. J. 1980: *An evaluation of long grass as a bird deterrent on British airfields*. J. App. Ecol. 17: 243–253.
- BROWN A. L., MATHERS R. 1988: *Investigations of the response of nesting seabirds to the noise of aircraft overflight*. In: BERGLUND B., BERGLUND U., KARLSSON J., LINDVALL T. (eds): *Noise as a public health problem*. 3: 103–108.
- BROWN A. L. 1990: *Measuring the effect of aircraft noise on sea birds*. Environ. Interpr. 16: 587–592.
- BROWN B. T., MILLS G. S., POWELS C., RUSSELL W. A., THERRES G. D., POTTIE J. J. 1999: *The influence of weapons-testing noise on bald eagle behavior*. J. Raptor Res. 33: 227–232.
- BRUDERER B. 1976: *Unter welchen Umständen greifen Steinadler Aquila chrysaetos Flugzeuge an?* Ornithol. Beob. 73: 29–30.
- BRUDERER B. 1978: *Collisions with birds of prey in the Alps*. Bird Strike Committee Europe, 13th Meeting Working Paper 5. Bern.
- BRUNS H. A., FUELLHAAS U., KLEMP C., KORDES A., OTTERSBERG H. 1994: *Zur Habitatwahl von Pfeifente (Anas penelope) und Nonnengans (Branta leucopsis) und Auswirkungen von Störreizen bei der Nahrungsaufnahme (Nordkehdingen/Landkreis Stade)*. Vogelkd. Ber. Aus Nieders. 26: 59–74.
- BUNNELL F. L., DUNBAR D., KOZA L., RYDER G. 1981: *Effects of disturbance on the productivity and numbers of white pelicans in British Columbia observations and models*. Colon. Waterbirds 4: 2–11.
- BURGER J. 1981a: *Behavioural responses of herring gulls (Larus argentatus) to aircraft noise*. Environ. Pollut. Ser. A. Ecol. Biol. 24: 177–184.
- BURGER J. 1981b: *The effect of human activity on birds at a coastal bay*. Biol. Conserv. 21: 231–241.
- BURGER J. 1983: *Bird control at airports*. Environ. Conserv. 10: 115–124.
- BURGER J. 1986: *The effect of human activity on shorebirds in two coastal bays in northeastern United States*. Environ. Conserv. 13: 123–130.
- BURGER J., GALLI J. 1987: *Factors affecting distribution of gulls (Larus spp.) on two New Jersey coastal bays*. Environ. Conserv. 14: 59–65.
- BUSNEL R. G. 1978: *Introduction*. In: FLETCHER J. L., BUSNEL R. G. (eds.): *Effects of noise on wildlife*. Academic Press, S. 7–22.
- BUWAL 1991: *Bundesinventar der Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung*. EDMZ, Bern.

- BUWAL/BRP 1998: *Landschaftskonzept Schweiz Teil 1 Konzept*; Teil 2 Bericht, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft/Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) in der Reihe: Konzepte und Sachpläne (Art. 13 RPG), BRP, Bern.
- BUWAL 2002: *Umwelt Schweiz 2000 Politik und Perspektiven*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 356 S.
- CAMPREDON P. 1981: *Hivernage du canard siffleur Anas penelope L. en Camargue (France)*. Stationnements et activités. *Alauda* 49: 161–193.
- CARNEY K. M., SYDEMAN W. J. 1999: *A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds*. *Waterbirds* 22: 68–79.
- CARRICK H. W. 1999: *Induced migration using ultralite aircraft*. Trumpeter Swan Society Newsletter No. 16: 115–121.
- CARRIER W. D., MELQUIST W. E. 1976: *The use of a rotor-winged aircraft in conducting nesting surveys of Ospreys in Northern Idaho*. *Raptor Res.* 10: 77–83.
- CAYFORD J. 1993: *Wader disturbance: a theoretical overview*. Wader Study Group Bulletin 68: 3–5.
- CEVALLOS M. 2002: *How do aircraft over-flights influence waterfowl behavior?* Schweizerische Vogelwarte Sempach, Diplomarbeit.
- CONOMY J. T., COLLAZO J. A., DUBOVSKY J. A., FLEMING W. J. 1998a: *Dabbling duck behavior and aircraft activity in coastal North Carolina*. *J. Wildl. Manage.* 62: 1127–1134.
- CONOMY J. T., DUBOVSKY J. A., COLLAZO J. A., FLEMING W. J. 1998b: *Do black ducks and wood ducks habituate to aircraft disturbance?* *J. Wildl. Manage.* 62: 1135–1142.
- CRAIG T. H., CRAIG E. H. 1984: *Results of a helicopter survey of cliff nesting raptors in a deep canyon in Southern Idaho*. *Raptor Res.* 18: 20–25.
- CULIK B., ADELUNG D., WOKES A. J. 1990: *The effect of disturbance on the heart rate and behaviour of Adélie penguins (Pygoscelis adeliae) during the breeding season*. In: KERRY K. R., HEMPEL G. (eds): *Antarctic ecosystems, ecological change and conservation*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 177–182.
- CWSS 1991: *Air traffic in the Wadden Sea area. An analysis of the air traffic in the Wadden Sea area with respect to disturbance of man and wildlife*. Wilhelmshaven, Common Wadden Sea Secretariat. Working Dokument.
- CWSS 1997: *Erklärung von Stade. Trilateraler Wattenmeerplan*. Ministererklärung der Achten Trilateralen Regierungskonferenz zum Schutz des Wattenmeeres. Stade, 1997. Hsg: Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, 1998
- DAHLGREN R. B., KORSCHGEN C. E. 1992: *Human disturbances of waterfowl: An annotated bibliography*. USDI Fish Wildl. Serv.
- DAVIDSON N. C., ROTHWELL P. I. 1993: *Human disturbance to waterfowl on estuaries: conservation and coastal management implications of current knowledge*. Wader Study Group Bulletin 68: 97–105.
- DAVIS P. 1967: *Ravens' response to sonic bangs*. *Brit. Birds* 60: 370–371.
- DELANEY D. K., GRUBB T. G., BEIER P., PATER L. L., REISER M. H. 1999: *Effects of helicopter noise on Mexican spotted owls*. *J. Wildl. Manage.* 63: 60–76.
- DERKSEN D. V., ELDRIDGE W. D., WELLER M. W. 1982: *Habitat ecology of pacific black brant and other geese moulting near Teshekpuk Lake, Alaska*. *Wildfowl* 33: 39–57.
- DEUTSCHER AERO CLUB, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (DaeC, BN) 2003: *Luftsport und Naturschutz Gemeinsam abheben*. Braunschweig.

- DIETRICH K., KOEPFF C., VON DER MÜHLEN G., STEIOF K. 1989: *Untersuchungen über die Auswirkung von Modellflugbetrieb auf das Verhalten von Wiesenvögeln*. Unveröffentlichtes Gutachten.
- DOLBEER R. A., WRIGHT S. E., CLEARY E. C. 2000: *Ranking the hazard level of wildlife species on aviation*. Wildl. Soc. Bull. 28: 372–378.
- DRENT R. H., DAAN S. 1980: *The prudent parent: energetic adjustments in avian breeding*. Ardea 68: 225–252.
- DUNNET G. M. 1977: *Observations on the effects of low-flying aircraft on seabird colonies on the coast of Aberdeen*. Biol. Conserv. 12: 55–63.
- ECOCONTROL SA 2001: *Manifestazione aerea del 21 luglio 2001 a Lugano, misurazioni delle immissione foniche*. Unveröffentlichter Bericht.
- ELLIS D. H., ELLIS C. H., MINDELL D. P. 1991: *Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms*. Environ. Pollut. 74: 53–83.
- ELLIS D. H., HJERTAAS D., JOHNS B. W., URBANEK R. P. 1998: *Use of a helicopter to capture flighted cranes*. Wildl. Soc. Bull. 26: 103–107.
- FLORE B.-O. 1997: *Brutbestand, Bruterfolg und Gefährdung von Seeregenpfeifern (Charadrius alexandrinus) und Zwergseeschwalben (Sterna albifrons) im Wattenmeer in Niedersachsen*. Vogelkdl. Ber. Nieders. 29: 85–102.
- FORSHAW W. D. 1983: *Numbers, distribution and behaviour of Pink-footed Geese in Lancashire*. Wildfowl 34: 64–76.
- FOX M. 1997: *Green woodpecker visiting hot-air balloonists*. Brit. Birds 90: 148.
- FRASER J. D., FRENZEL L. D., MATHISEN J. E. 1985: *The impact of human activities on breeding bald eagles in north-central Minnesota*. J. Wildl. Manage. 49: 585–592.
- FRENZEL P., SCHNEIDER M. 1987: *Ökologische Untersuchungen an überwinternden Wasservögeln im Ermatinger Becken (Bodensee): Die Auswirkungen von Jagd, Schifffahrt und Freizeitaktivitäten*. Ornithol. Jahreshefte für Baden-Württemberg 3: 53–79.
- GABRIELSEN G. W. 1987: *Reaksjoner pa menneskelige forstyrrelser hos aerfugl, svalbardrype og krykke i egg/ungeperioden*. Var Fuglefauna 10: 153–158.
- GALHOFF H. 1987: *Untersuchungen zum Energiebedarf und zur Nahrungsnutzung auf einem Stausee überwinternder Tafelenten (Aythya ferina L.)*. Ökol. Vögel 9: 71–84.
- GALHOFF H., SELL M., ABS M. 1984: *Aktivitätsrhythmus, Verteilungsmuster und Ausweichflüge von Tafelenten Aythya ferina L. in einem nordwestdeutschen Überwinterungsquartier (Ruhrstausee Kemnade)*. Anz. Ornithol. Ges. Bayern 23: 133–147.
- GEORGII B., HOFER D. 1997: *Ballonsport, Tiere und Vegetation. Materialien 123*. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.
- GEORGII B., ZEITLER A., HOFER D. 1994: *Hängegleiten, Gleitsegeln und Wildtiere. Eine Umfrage unter Piloten, Berufsjägern und Bergsteigern*. Verhandl. Ges. Ökol. 23: 263–267.
- GEROUDET P. 1967: *L'évolution du stationnement des Anatidés dans une réserve de chasse sur le Rhône en aval de Genève*. Nos Oiseaux 29 : 141–152.
- GERDES K., REEPMAYER H. 1983: *Zur räumlichen Verteilung überwinternder Saat- und Blessgänse (Anser fabalis und A. albifrons) in Abhängigkeit von naturschutzschädlichen und fördernder Einflüssen*. Vogelwelt 104: 54–70.
- GILL J. A., SUTHERLAND W. J., WATKINSON A. R. 1996: *A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations*. J. Appl. Ecol. 33: 786–792.
- GILMER D. S., BRASS J. A., STRONG J. J., CARD D. H. 1988: *Goose counts from aerial photographs using an optical digitizer*. Wildl. Soc. Bull. 16: 204–206.

- GLADWIN D. N., ASHERIN D. A., MANCI K. M. 1988a: *Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: Results of a survey of U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species and Ecological Services Field Offices, Refuges, Hatcheries, and Research Centers*. U.S. Fish and Wildl. Serv., National Ecol. Research Center.
- GLADWIN D. N., MANCI K. M., VILLELLA R. 1988b: *Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: Bibliographic abstracts*. U.S. Fish and Wildl. Serv., National Ecol. Research Center.
- GLASER R. L., HORSEPOOL K., SIMHAI N., YOSEF R. 1998: *The effects of disturbance on migrant waders at Eilat, Israel*. Sandgrouse 20: 30–35.
- GRANACHER A. 1985: *Untersuchungen zum Einfluss von Fluglärm auf Produktivität, Verhalten und Mortalität in der Mastputenhaltung*. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- GRIESSER M., HEGELBACH J. 1999: *Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in extensiv bewirtschafteten Wiesen des Flughafens Zürich-Kloten*. Ornithol. Beob. 96: 73–82.
- GRUBB M. M. 1978: *Effects of increased noise levels on nesting herons and egrets*. In: SOUTHERN W. E. (ed): *Proc. Colon. Waterbird Group Conference*, New York: 49–54.
- GRUBB T. G., BOWERMAN W. W. 1997: *Variations in breeding Bald Eagle responses to jets, light planes and helicopters*. J. Raptor Res. 31: 213–222.
- GRUBB T. G., KING R. M. 1991: *Assessing human disturbance of breeding bald eagles with classification tree models*. J. Wildl. Manage. 55: 500–511.
- GRUBB T. G., BOWERMAN W. W., GIESY, J. P., DAWSON, G. A. 1992: *Responses of breeding bald eagles, *Haliaeetus leucocephalus*, to human activities in northcentral Michigan*. Can. Field Nat. 106: 443–453.
- HALLER H. 1996: *Der Steinadler in Graubünden. Langfristige Untersuchungen zur Populationsökologie von *Aquila chrysaetos* im Zentrum der Alpen*. Ornithol. Beob., Beiheft 9.
- HAMM D. 1968: *Sensory stress effects on layers*. Poult. Sci. 46: 1267.
- HARMS C. A., FLEMING W. J., STOSKOPF M. K. 1997: *A technique for dorsal subcutaneous implantation of heart rate biotelemetry transmitters in black ducks: application in an aircraft noise response study*. Condor 99: 231–237.
- HEATH M. F., EVANS M. I., HOCOCOM D. G., PAYNE A. J. & PEET N. B. 2000: *Important Bird Areas in Europe. Priority sites for conservation*. Volume 1: Northern Europe. BirdLife International, Cambridge.
- HEER L., KELLER V., SCHMID H., MÜLLER W. 2000: *Important Bird Areas der Schweiz*. Ornithol. Beob. 97: 281–302.
- HEGELBACH J. 1999: *Brutbestand der Nachtigall *Luscinia megarhynchos* und anderer ausgewählter Singvogelarten in einer Probefläche am Rande des Flughafens Zürich-Kloten*. Ornithol. Beob. 96: 41–48.
- HEINEMANN J. M. 1969: *Effects of sonic booms on the hatchability of chicken eggs and other studies of aircraft generated noise effects on animals*. Tech. Rep. Rehl (K) Proj. No. 65 2.
- HEINEN F. 1986: *Untersuchungen über den Einfluss des Flugverkehrs auf brütende und rastende Küstenvögel an ausgewählten Stellen des niedersächsischen Wattenmeeres*. Diplomarbeit, Universität Essen.
- HEINTZELMAN D. S. 1989: *Stopping proposed low-altitude military aircraft flights: a Pennsylvania case study*. Wildlife Cons. Report 8: 1–13.

- HENSON P., GRANT T. A. 1991: *The effects of human disturbance on trumpeter swan breeding behavior*. Wildl. Soc. Bull. 19: 248–257.
- HILGERLOH G. 1990: *Ungewöhnliches Verhalten von Zugvögeln in Gibraltar: Störung durch Flugzeuge*. J. Ornithol. 131: 311–316.
- HOCKIN D., OUNSTED M., GORMAN M., HILL D., KELLER V., BARKER M. A. 1992: *Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments*. J. Environ. Manage. 36: 253–286.
- HOLM C. 1997: *Disturbance of Dark-bellied Brent Geese by helicopters in a spring staging area*. Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift 91: 69–73.
- HÜPPOP O. 1993: *Auswirkung von Störungen auf Küstenvögel*. Wilhelmshavener Tage 4: 95–104.
- HÜPPOP O. 1995: *Störungsbewertung anhand physiologischer Parameter*. Ornithol. Beob. 92: 257–268.
- HÜPPOP O., HAGEN K. 1990: *Der Einfluss von Störungen auf Wildtiere am Beispiel der Herzschräge brütender Austernfischer (Haematopus ostralegus)*. Vogelwarte 35: 301–310.
- IL'ICHEV V. D. 1995: *Bird songs in the industrial noise-polluted environment*. Dodklady Biol. Sci. 345: 604–605.
- INGOLD-TARDENT P., SCHNIDRIG-PETRIG R., MARBACHER H., PFISTER U., ZELLER R. 1996: *Tourismus/Freizeitsport und Wildtiere im schweizerischen Alpenraum*. Schriftenreihe Umwelt, Nr. 262. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- IUCN 2001: *IUCN Red List Categories: Version 3.1*. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. 23 S.
- JENNY D. 1992: *Bruterfolg und Bestandsregulation einer alpinen Population des Steinadlers Aquila chrysaetos*. Ornithol. Beob. 89: 1–43.
- JONES R. D., JONES D. M. 1966: *The process of family desintegration in black brant*. Wildfowl 17: 75–78.
- KAHLERT J. 1994: *Effects of human disturbance on broods of Red-breasted Mergansers Mergus serrator*. Wildfowl 45: 222–231.
- KEIL W. 1986: *Ultraleichtflugzeuge und Hängegleiter Anfänge einer bedenklichen Entwicklung*. Jahrbuch Naturschutz und Landschaftspflege 38: 88–92.
- KEIL W. 1988: *Modellflugsport aus der Sicht des Vogelschutzes*. LÖLF-Mitteilungen 13: 31–32.
- KELLER V. 1995: *Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel eine Literaturübersicht*. Ornithol. Beob. 92: 3–38.
- KELLER V. 1996: *Effects and management of disturbance of waterbirds by human recreational activities: a review*. Gibier Faune Sauvage 13 numéro special tome 2: 1039–1047.
- KELLER V. 1996: *Ramsar-Bericht*. Schriftenreihe Umwelt, Nr. 268. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- KELLER V., ANTONIAZZA M. 2001: *L'importance des réserves d'oiseaux d'eau sur le lac de Neuchâtel pour la Nette rousse Netta rufina et d'autres espèces hivernantes*. Nos oiseaux suppl. 5: 81–90.
- KELLER V., BOLLMANN K. 2001: *Für welche Vogelarten trägt die Schweiz eine besondere Verantwortung?* Ornithol. Beob. 98: 323–340.
- KELLER V., ZBINDEN N., SCHMID H., VOLET B. 2001: *Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten der Schweiz*. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bundesamt für Um-

- welt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Schweizerische Vogelwarte, Bern und Sempach. 64 S.
- KEMPF N., HÜPPOP O. 1995: *Behaviour of meadow birds towards aircraft close to an airport*. Wader Study Group Bull. 76: 21.
- KEMPF N., HÜPPOP O. 1996: *Auswirkungen von Fluglärm auf Wildtiere: ein kommentierter Überblick*. J. Ornithol. 137: 101–113.
- KEMPF N., HÜPPOP O. 1998: *Wie wirken Flugzeuge auf Vögel? Eine bewertende Übersicht*. Naturschutz und Landschaftsplanung 30: 17–28.
- KIRCHHOFF K., PROKOSCH P., THIESSEN H. 1983: *Wasservogelerfassung mit dem Flugzeug an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste*. Corax 9: 154–177.
- KIRST C. 1989: *Flugsportanlagen in der Bundesrepublik Deutschland und ihr Konflikt mit dem Naturschutz*. Natur und Landschaft 64: 343–349.
- KNOKE V. 1998: *Flugverkehr über dem Nationalpark «Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer»*. Umweltbundesamt Berlin, Texte 77/97: 181–203.
- KOMENDA-ZEHNDER S., BRUDERER B. 2002: *Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna Literaturstudie*. Schriftenreihe Umwelt Nr. 334. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- KOMENDA-ZEHNDER S., CEVALLOS M., BRUDERER B. 2003: *Effects of disturbance by aircraft overflight on waterbirds an experimental approach*. International Bird Strike Committee, Warsaw.
- KOOLHAAS A., DEKINGA A., PIERSMA T. 1993: *Disturbance of foraging Knots by aircraft in the Dutch Wadden Sea in August-October 1992*. Wader Study Group Bull. 68: 20–22.
- KORSCHGEN C. E., DAHLGREN R. B. 1992: *Human disturbances of waterfowl: Causes, effects, and management*. In: CROSS D. H. (ed.): *Waterfowl management handbook*. USDI Fish Wildl. Serv. Fish Wildl., S. 1–8.
- KOSIN I. L. 1958: *Effect of simulated airplane sounds on the reproductive functions of the male domestic chicken*. J. Appl. Physiol. 12: 217–220.
- KUSHLAN J. A. 1979: *Effects of helicopter censuses on wading bird colonies*. J. Wildl. Manage. 43: 756–760.
- KÜSTERS E., VAN RADEN H. 1986: *Zum Einfluss von Tiefflug, Schiessbetrieb und anderen anthropogenen Störungen auf Vögel im Wattenmeer bei List/Sylt. Teil 1: Untersuchungen an Ringelgänsen*. Vogel und Luftverkehr 6: 75–89.
- KÜSTERS E., VAN RADEN H. 1987: *Zum Einfluss von Tiefflug, Schiessbetrieb und anderen anthropogenen Störungen auf Vögel im Wattenmeer bei List/Sylt. Teil 2: Anatiden und Limikolen*. Vogel und Luftverkehr 7: 15–24.
- LEITO A., RENNO O. 1983: *Über die Zugökologie der an der Barentsee heimischen Population der Weisswangengans (Branta leucopsis) in Estland*. Vogelwarte 32: 89–102.
- LENSINK R., VAN LIESHOUT S. M. J., DIRKSEN S. 2001: *Effecten van het vliegverkeer van en naar Schiphol op vogels en andere fauna in relatie tot de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn en de Natuurbeschermingswet*. Bureau Waardenburg bv.
- LISTER H. 1990: *Experimental method for assessing the effect of aircraft noise on breeding seabirds*. Abstract Acta XX Int. Congr. Ornithol. (Suppl.) Christchurch, N. Z. 402.
- LORCH J. 1995: *Trendsportarten in den Alpen. Konflikte, rechtliche Reglementierung, Lösungen*. Internationale Alpenschutzkommission CIPRA.
- LUGERT J. 1988: *Militär und Tourismus als Störfaktor für Enten und Gänse (Anatidae) in dem Naturschutzgebiet «Geltinger Birk»*. Seevögel 9: 44–47.

- LYNCH T. E., SPEAKE D. W. 1978: *Eastern wild turkey behavioral responses induced by sonic booms*. In: FLETCHER J. L., BUSNEL R. G. (eds): *Effects of noise on wildlife*. Academic Press, London, New York. S. 47–61.
- MACZEY N., BOYE P. 1995: *Lärmwirkungen auf Tiere ein Naturschutzproblem? Auswertung einer Fachtagung des Bundesamtes für Naturschutz*. Natur und Landschaft 70: 545–549.
- MACZEY N., BOYE P. 1997: *Bibliographie Nr. 75: Lärmwirkung auf Tiere*. Dokumentation Natur und Landschaft 27 Sonderheft: 1–57.
- MADSEN J. 1985: *Impact of disturbance on field utilization of pink-footed geese in west Jutland, Denmark*. Biol. Conserv. 33: 53–63.
- MADSEN J. 1995: *Impacts of disturbance on migratory waterfowl*. Ibis 137 suppl.: 67–74.
- MADSEN J. 1998: *Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. II. Tests of hunting disturbance effects*. J. Appl. Ecol. 35: 398–417.
- MANCI K. M., GLADWIN D. N., VILLELLA R., CAVENDISH M. G. 1988: *Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: A literature synthesis*. U.S. Fish and Wildl. Serv., National Ecol. Research Center.
- MANNING A. 1979: *Verhaltensforschung eine Einführung*. Springer, Berlin.
- MARLER P., KONISHI M., LUTJEN A., WASER M. S. 1973: *Effects of continuous noise on avian hearing and vocal development*. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 70: 1393–1396.
- MARTI C., SCHIFFERLI L. 1987: *Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von internationaler Bedeutung Erste Revision 1986*. Ornithol. Beob. 84: 11–47.
- MAUMARY L., GLARDON P. (Hrsg.) 1995: *Les oiseaux des prairies et des tourbières. Les oiseaux d'eau*. Actes du 33e Colloque interrégional d'ornithologie, Lausanne. Nos Oiseaux, Société romande pour l'étude et la protection des oiseaux.
- MAUMARY L., JUNKER C. 1998: *Projet d'héliport de la Riviera. Note de travail*. Ecoscan SA, Lausanne. Unveröffentlichtes Gutachten
- MCNEIL D. A. C. 1992: *House martins associating with hot-air balloon*. Brit. Birds 85: 244.
- MILLER M. W. 1994: *Route selection to minimize helicopter disturbance of molting Pacific Black Brant: a simulation*. Arctic 47: 341–349.
- MILLER M. W., JENSEN K. C., GRANT W. E., WELLER M. W. 1994: *A simulation model of helicopter disturbance of molting Pacific black brant*. Ecol. Model. 73: 293–309.
- MILSOM T. P. 1990: *Lapwings Vanellus vanellus on aerodromes and the birdstrike hazard*. Ibis 132: 218–231.
- MOSBECH A., BOERTMAN D. 1999: *Distribution, abundance and reaction to aerial surveys of post-breeding king eiders (Somateria spectabilis) in western Greenland*. Arctic 52: 188–203.
- MOSBECH A., GLAHDER C. 1991: *Assessment of the impact of helicopter disturbance on moulting pink-footed geese Anser brachyrhynchus and barnacle geese Branta leucopsis in Jameson Land, Greenland*. Ardea 79: 233–238.
- MOSLER-BERGER C. 1992a: *Gleitschirme, Deltasegler, Wildtiere. Eine Umfrage bei Wildhütern und Jagdaufsehern in 17 Schweizer Kantonen*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- MOSLER-BERGER C. 1992b: *Wie stark sind unsere Wildtiere gestört? Umfrage bei Wildhütern und Jagdaufsehern in der Schweiz*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- MOSLER-BERGER C. 1994: *Störungen von Wildtieren: Umfrageergebnisse und Literaturauswertung*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).

- MÜLLER F. 1996: «Störung» von Bodenbrütern durch Flugobjekte. Beispiel Rebhuhn. *Acta Ornithoecol.* 3: 311–313.
- NETTLESHIP D. N. 1975: *A recent decline of Gannets, Morus bassanus, on Bonaventura Island, Quebec.* *Can. Field Nat.* 89: 125–133.
- NEWTON I., THOM V. M., BROTHERSTON W. 1973: *Behaviour and distribution of wild geese in south-east Scotland.* *Wildfowl* 24: 111–121.
- NIEMANN J., SOSSINKA R. 1991: *Zum Einfluss von militärischen Übungen auf die Vogelwelt im international bedeutsamen Feuchtgebiet «Weserstaustufe Schlüsselburg».* Gutachten Universität Bielefeld. 121 S.
- NIEMANN J., SOSSINKA R. 1992: *Zum Einfluss von militärischen Hubschrauberflügen auf die Vogelwelt im Feuchtgebiet internationaler Bedeutung «Weser-Staustufe Schlüsselburg».* *Vogel und Luftverkehr* 12: 100–113.
- NORMAN R. K., SAUNDERS D. R. 1969: *Status of little tern in Great Britain and Ireland in 1967.* *Brit. Birds* 62: 4–13.
- NORRIS D. W., WILSON H. J. 1988: *Disturbance and flock size changes in Whitefronted Geese wintering in Ireland.* *Wildfowl* 39: 63–70.
- OECD 1999: *Umweltprüfberichte Schweiz.* OECD, Paris. 105 S.
- OPITZ H. 1975: *Brutvorkommen, Gefährdung und Schutz des Grossen Brachvogels.* Beiheft Veröffentlichungen Natur- und Landschaftspflege Baden-Württemberg 7: 65–67.
- OPITZ H. 1990: *Sport und Naturschutz... immer mit Rücksicht.* *Naturschutz heute* 22(3): 42–45.
- OTTO F. 1989: *Eingriff in Natur und Landschaft durch Motormodellflugzeuge (aus der Rechtsprechung).* *Natur und Landschaft* 3.
- OWEN M. 1973: *The management of grassland areas for wintering geese.* *Wildfowl* 24: 123–130.
- OWENS N. W. 1977: *Responses of wintering brent geese to human disturbance.* *Wildfowl* 28: 5–14.
- PERRET C. 1993: *Avifaune/Agriculture. Recensement de bio-indicateurs nicheurs dans la Vallée des Ponts-de-Martel, Canton de Neuchâtel.* Résultats 1993 et Rapport triennal 1991–1992–1993. Ecoconseil, Bureau d'études en biologie de l'environnement, La Chaux-de-Fonds. 50 S.
- PHILIPPONA J. 1972: *Die Blessgans.* Neue Brehm-Bücherei 457, Wittenberg Lutherstadt.
- PLACHTER H. 1991: *Naturschutz.* Fischer, Stuttgart.
- PUTZER D. 1989: *Wirkung und Wichtung menschlicher Anwesenheit und Störung am Beispiel bestandsbedrohter, an Feuchtgebiete gebundener Vogelarten.* Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 29: 169–194.
- QUAISSER C., HÜPPOP O. 1995: *Was stört den Kulturfolger Grosstrappe Otis tarda in der Kulturlandschaft?* *Ornithol. Beob.* 92: 269–274.
- RANFTL H. 1990: *Auswirkungen des Luftsports auf die Vogelwelt und die sich daraus ergebenden Forderungen.* *Vogel und Luftverkehr* 10: 24–33.
- REICHHOLF J. H. 1989: *Vögel und Umwelt in Flugplatzbereichen: ökologische Grundaspekte, Probleme und Lösungsmöglichkeiten.* *Vogel und Luftverkehr* 9: 155–169.
- RICHARDSON C. T., MILLER C. K. 1997: *Recommendations for protecting raptors from human disturbance: a review.* *Wildl. Soc. Bull.* 25: 634–638.
- RIDDINGTON R., HASSALL M., LANE S. J., TURNER P. A., WALTERS R. 1996: *The impact of disturbance on the behaviour and energy budget of Brent Geese Branta b. bernicla.* *Bird Study* 43: 269–279.

- RIEDERER M. 1976: *Die Auswirkungen eines Modellflugzeugplatzes im Isarmoos bei Unterwattenbach (Landkreis Landshut) auf die Brutvogelwelt dieses Gebietes.* Naturwissenschaftl. Z. Niederbayern 26: 13–19.
- ROBERTS E. L. 1966: *Movements and flock behaviour of Barnacle Geese on the Solway Firth.* Wildfowl 17: 36–45.
- ROSSBACH R. 1982: *Vogelschutz und Modellflugsport.* Vogel und Umwelt 23: 6.
- RÜEGG P., SACCHI M., LAESSER J. 1998: *Vögel beobachten in der Schweiz.* Ott, Thun.
- SAFINA C., BURGER J. 1983: *Effects of human disturbance on reproductive success in the Black Skimmer.* Condor 85: 164–171.
- SCHEMEL H-J. 1992: *Handbuch Sport und Umwelt. Ziele, Analysen, Bewertungen, Lösungsansätze, Rechtsfragen.* Meyer, Meyer, Aachen.
- SCHEUER F. 1981: *Verbot der Errichtung eines Start- und Landeplatzes für Segel-, Motor-, und Fesselflugmodelle in einem Landschaftsschutzgebiet.* Natur und Landschaft 56: 221–222.
- SCHIFFERLI L. 1984: *Entenjagd in der Schweiz.* Vögel der Heimat 54: 111–115.
- SCHIFFERLI L. 1989: *Wasservögel.* Sonderheft der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.
- SCHIFFERLI L., KESTENHOLZ M. 1995: *Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von nationaler Bedeutung als Brut-, Rast- und Überwinterungsgebiete Revision 1995.* Ornithol. Beob. 92: 413–433.
- SCHILPEROORD L. J., SCHILPEROORD-HUISMAN M. 1984: *Verstoring van Kleine Rietganzen Anser brachyrhynchus in Zuidwest-Friesland.* Het Vogeljaar 32: 225–235.
- SCHLEIDT W. M. 1961: *Reaktionen von Truthühnern auf fliegende Raubvögel und Versuche zur Analyse von AAM's.* Z. Tierpsychol. 18: 534–560.
- SCHMID H., LEUENBERGER M., SCHIFFERLI L., BIRRER S. 1992: *Limikolenrastplätze der Schweiz.* Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- SCHMID H., LUDER R., NAEF-DAENZER B., GRAF R., ZBINDEN N. 1998: *Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993–1996.* Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- SCHNIDRIG-PETRIG R. 1995: *Der moderne Ikarus eine Gefahr für Wildtiere?* Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)-Bulletin 41–43.
- SERIOU J., BLANCHON J.-J. 1996: *Étude relative à l'impact sur l'avifaune du survol des réserves naturelles de montagne par des aéronefs.* Rapport de fin de contrat rédigé à la demande du Ministère de l'Environnement- Direction de la Nature et des Paysages. Unveröffentlichtes Gutachten.
- SINDERN C., WEBER E. 1996: *Wasservogelzählungen im Kiesabgrabungsbereich im Nahraum des Flughafens München «Franz-Josef-Strauss».* Vogel und Luftverkehr 16: 57–64.
- SMIT C. J., VISSER J. M. 1993: *Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area.* Wader Study Group Bull. 68: 6–19.
- SOSSINKA R., NIEMANN J. 1994: *Störungen von Entenvögeln durch Hubschrauber nach Untersuchungen an der Weserstaustufe Schlüsselburg.* Artenschutzreport 4: 19–21.
- SOSSINKA R. 1978: *Flugfeinderkennung bei Hühner- und Entenvögeln.* In: STOKES W.A., IMMELMANN K. (Hrsg.): *Praktikum der Verhaltensforschung.* Fischer, Stuttgart. S. 124–126.

- STALMASTER M. V., KAISER J. L. 1997: *Flushing responses of wintering bald eagles to military activity*. J. Wildl. Manage. 61: 1307–1313.
- STEPHAN W. 1997: *Einflüsse von Heissluftballon-Überfahrten auf Tiere im Freien*. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 104: 79–84.
- STOCK M. 1990: *Studies on the effects of disturbances on staging brent geese: a progress report*. IWRB Goose Res. Group Bull. 11–18.
- STOCK M. 1992a: *Die Auswirkung anthropogener Störungen auf die Vogelwelt: eine Fallstudie aus dem Vorland von Westerhever*. In: Geschäftsstelle, Ökosystemforschung Wattenmeer (ed.): 2. *Wissenschaftliches Symposium der Ökosystemforschung Wattenmeer*. Büsum, 4.–5. März 1991. S. 45–56.
- STOCK M. 1992b: *Effects of man-induced disturbance on staging brent geese*. Netherlands Institute for Sea Research Publication Series 20: 289–293.
- STOCK M. 1993: *Studies on the effects of disturbances on staging brent geese: A progress report*. Wader Study Group Bull. 68: 29–34.
- STOCK M., HOFEDITZ F. 1994: *Beeinflussen Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten das Aktivitätsmuster von Ringelgänsen (Branta bernicla) im Wattenmeer?* Artenschutzreport 94: 13–19.
- STOCK M., HOFEDITZ F. 1997: *Grenzen der Kompensation: Energiebudgets von Ringelgänsen unter der Wirkung von Störreizen*. J. Ornithol. 138: 387–411.
- STOCK M., BERGMANN H.-H., HELB H.-W., KELLER V., SCHNIDRIG-PETRIG R., ZEHNTER H.-C. 1994: *Der Begriff Störung in naturschutzorientierter Forschung: ein Diskussionsbeitrag aus ornithologischer Sicht*. Z. Ökologie u. Naturschutz 3: 49–57.
- STOCK M., HOFEDITZ F., MOCK K., POHL B. 1995: *Einflüsse von Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten auf Verhalten und Raumnutzung von Ringelgänsen im Wattenmeer*. Corax 16: 63–83.
- STOCK M., SCHREY E., KELLERMANN A., GÄTJE C., ESKILDSEN K., FEIGE M., FISCHER G., HARTMANN F., KNOKE V. MÖLLER A., RUTH M., THIESSEN A., VORBERG G. 1996: *Ökosystemforschung Wattenmeer Synthesebericht: Grundlagen für einen Nationalparkplan*. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Heft 8.
- STOKES T. 1996: *Helicopter effects upon nesting white-bellied sea-eagles and upon smaller birds at an isolated protected location (Eshelby Island, Great Barrier Reef, Australia)*. Corella 20: 25–28.
- SÜDBECK P., SPITZNAGEL A. 2001: *Freizeitnutzung, Sport und Tourismus*. In: RICHARZ K., BEZZEL E., HORMANN M. (eds.): *Taschenbuch für Naturschutz*. Aula, Wiebelsheim 340–374.
- TRIMPER P. G., STANDEN N. M., LYE L. M., LEMON D., CHUBBS T. E., HUMPHRIES F. W. 1998: *Effects of low-level jet aircraft noise on the behaviour of nesting osprey*. J. App. Ecol. 35: 122–130.
- UVEK 2001: *Luftverkehr-Staatsvertrag: 11. Schweizerisch-deutsche Verhandlungsrunde Beratungen auf technischer Ebene abgeschlossen*. Medienmitteilung 26. Juli 2001. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bern.
- VAN DEN BERGH L. 1983: *Ganzen en vliegtuigen*. Het Vogeljaar 31: 152–155.
- VAN RADEN H., KÜSTERS E. 1990: *Untersuchung zu speziellen Auswirkungen des Erprobungsbetriebes der Wehrtechnischen Dienststelle 71 auf Vögel und Seehunde in der Meldorfer Bucht*. Unveröffentlichtes Gutachten.
- VAN RIJN U., LENSINK R., DIRKSEN S., GOOSSEN M., VAN ELTEREN A. 2000: *Onderzoek: Verstoring fauna en recreatie door de kleine burgerluchtvaart*

- bouwstenen voor toekomstig beleid*. Bureau Waardenburg bv, Alterra, Obden Kamp Adviesgroep. Unveröffentlichtes Gutachten.
- WARD D. H., STEHN R. A., DERKSEN D. V. 1994: *Response of staging brant to disturbance at the Izembek Lagoon, Alaska*. Wildl. Soc. Bull. 22: 220–228.
- WARD D. H., STEHN R. A., ERICKSON W. P., DERKSEN D. V. 1999: *Response of fall-staging Brant and Canada geese to aircraft overflights in southwestern Alaska*. J. Wildl. Manage. 63: 373–381.
- WATSON J. W. 1993: *Responses of nesting bald eagles to helicopter surveys*. Wildl. Soc. Bull. 21: 171–178.
- WEBER D., SCHNIDRIG-PETRIG R. 1997: *Praxishilfe. Hängegleiten Wildtiere Wald*. Vollzug Umwelt. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- WERNER H., SCHUSTER S. 1985: *Flugsportveranstaltungen direkt neben wertvollem Naturschutzgebiet*. Ber. Dtsch. Sect. Int. Rat Vogelschutz 25: 151–154.
- WHITE C. M., SHERROD S. K. 1973: *Advantages and disadvantages of the use of rotor-winged aircraft in raptor surveys*. Raptor Res. 7: 97–104.
- WILSON R. P., CULIK B., DANFELD R., ADELUNG D. 1991: *People in Antarctica how much do Adélie Penguins *Pygoscelis adeliae* care?* Polar Biol. 11: 363–370.
- WOLTERS H. E. 1975–1982. *Die Vogelarten der Erde: Eine systematische Liste mit Verbreitungsangaben sowie deutschen und englischen Namen*. Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- WOOLEY J. B., OWEN R. B. 1978: *Energy costs of activity and daily energy expenditure in the black duck*. J. Wildl. Manage. 42: 739–745.
- WRIGHT E. N. 1968: *Modification of the habitat as a means of bird control*. In: MURTON R. K., WRIGHT E. N. (eds): *The Problems of Birds as Pests*. Academic Press, London, New York. 97–105.
- YDENBERG R. C., DILL L. M. 1986: *The economics of fleeing from predators*. Adv. Study Behav. 16: 229–249.
- ZEITLER A. 1995: *Ikarus und die Wildtiere. Grundlagenstudie zum Thema Hängegleiten, Gleitsegeln und Wildtiere*. Wildbiologische Gesellschaft München 41 S.
- ZIESE I., WULFERT G. 1989: *Junge Disziplinen des Luftsports und ihre Auswirkungen auf die Natur*. LÖLF-Mitteilungen 14: 60–63.
- ZONFRILLO B. 1992: *The menace of low-flying aircraft to seabirds on Ailsa Craig*. Scot. Bird News 28: 4.