

MARKUS DEUTSCH, Halle

## **Vogelschlagproblematik an Flughäfen – eine Übersicht (Review)**

Schlagworte: Vogelschlag, Flughäfen, Deutschland, USA, Biotop-Management, Schadensschätzung, Radarornithologie

### **Allgemeine Sicherheitsproblematik und ökonomische Relevanz**

Vogelschlagproblematik im Luftverkehr gelangt nur selten ins öffentliche Bewusstsein. Ausnahmen bilden spektakuläre und somit medienwirksamen Fälle, wie beispielsweise die durch Kanadagänse verursachte vogelschlagbedingte Notwasserung auf dem Hudson River einer amerikanischen Linienmaschine (Airbus A320) in New York im Jahre 2009 (MARRA et al. 2009). Dabei sind Vogelschläge regelmäßig stattfindende Ereignisse in der zivilen und militärischen Luftfahrt (militärische Luftfahrt siehe z. B. RICHARDSON & WEST 2000; hier liegt der Fokus auf der zivilen L.), welche in den meisten Fällen zwar folgenlos bleiben, aber in etwa 2–5 % der Fälle zu Schäden am Flugzeug und in deutlich unter 1 % zu schwerwiegenden Schäden mit bisher weltweit 229 Toten und 210 Totalschäden an Flugzeugen führten (THORPE 1996, 2005; DOLBEER et al. 2012). Aus Flugsicherheitsaspekten sind unerwünschte Vogel-Maschine-Kontakte während der Startphase („take-off run“ und „climb“-Phase) als besonders kritisch zu bewerten (ca. 37 % aller Vogelschlagereignisse in den USA 1990–2007 in diesen Phasen; DOLBEER & WRIGHT 2008). Jährliche Kosten belaufen sich in der zivilen Luftfahrt nach konservativen Schätzungen

weltweit auf 1.2 bis 1.5 Milliarden \$ (ALLAN 2002, 2006), wovon alleine 600 Millionen \$ auf die USA entfallen (DOLBEER et al. 2009).

Für den deutschen Luftraum errechnet MORGENROTH (2011) jährliche Kosten für deutsche Luftfahrtgesellschaften zwischen 18 und 45 Millionen €.

### **Situation in den USA und Deutschland – Trends in der Fallstatistik, Unterschiede und Gemeinsamkeiten**

Die Trends in den Vogelschlagstatistiken sind uneinheitlich: während sich in den USA im Zeitraum 1990–2010 die absolute Anzahl verfünffacht (DOLBEER et al. 2012) und die relative Anzahl – gemessen im Verhältnis zu 10.000 Flugbewegungen – verdreifacht hat (DOLBEER & WRIGHT 2008), sind die Vogelschlagzahlen in Deutschland mit Einsetzen des gezielten Biotop-Managements in den 80er Jahren deutlich zurückgegangen und haben sich auf einer niedrigeren Rate stabilisiert (MORGENROTH 2011). Maßnahmen zum Biotop-Management, welche auch in Nordamerika zunehmend an Flughäfen implementiert wurden (CACCAMISE et al. 1997; BARRAS & SEAMANS 2002), werden in den USA, trotz Zunahme der Vogelschläge insgesamt, für eine Stagnation an Zwischenfällen mit Schäden verantwortlich gemacht (DOLBEER et al. 2012).

Sowohl in den USA als auch in Deutschland verlagert sich die Problematik des Vogelschlags zunehmend vom unmittelbaren Flughafennahbereich (sog. „Area 1“) auf die außerhalb der Flughäfen liegenden Bereiche („Area 2-4“; DOLBEER 2002, 2011; MORGENROTH 2011; DOLBEER et al. 2012).

Die Zunahme der Vogelschläge in den USA wird in erster Linie mit der Zunahme bei aus Flugsicherheitsaspekten kritischen Arten aus der Gruppe der Wasservögel wie beispielsweise (residente) Kanadagänse, Schneegänse und Pelikane in Verbindung gebracht (DOLBEER 2002, DOLBEER & SEUBERT 2006).

Eine Gemeinsamkeit im Auftreten von Vogelschlägen hinsichtlich ihrem jahreszeitlichen Auftreten (Saisonalität) dürfte – trotz teilweise sehr spezieller lokaler Gegebenheiten – für die meisten Flughäfen gleichermaßen gelten: die meisten Vogelschläge treten in den Sommermonaten (Nordhalbkugel: Juni–August/September) auf und betreffen in erster Linie das untere Höhensegment bis ~150 m (500 ft) und folglich v. a. den unmittelbaren Nahbereich des Flughafens („Area 1“), während im Frühjahr (März–Mai) und insbesondere Herbst (Sep.–Nov.) Vogelschläge in größeren Höhen (> 150 m, > 500 ft), und somit in erster Linie außerhalb des Flughafens („Area 2-4“) und vermehrt nachts festzustellen sind (DOLBEER 2006, LICHT 2011).

Grundsätzlich zeigt die Verteilung von Vogelschlägen eine negativ exponentielle Verteilung, d.h. mit zunehmender Höhe nimmt die Wahrscheinlichkeit eines Vogelschlags rapide ab (DOLBEER 2006). Folglich zeigte sich in den Statistiken für die USA, dass 60 % aller Vogelschlagereignisse bzw. 52 % aller Ereignisse mit Schäden innerhalb der ersten hundert Höhenmeter zu verzeichnen waren (z. B. DOLBEER 2006; DOLBEER & WRIGHT 2008). Allerdings zeigte sich in derselben Statistik, dass Vogelschlagereignisse mit Schäden im Höhensegment 501–3.500 ft (~ 150–1000 m) statistisch häufiger auftraten (DOLBEER 2006; DOLBEER & WRIGHT 2008), was sich in erster Linie aus dem dort anzutreffenden Artenspektrum erklären lässt. Insgesamt sind die meisten Vogelschlagereignisse tagsüber ( $\geq 80$  % gegenüber  $\leq 20$  % nachts; DOLBEER 2006; DOLBEER & WRIGHT 2008) festzustellen – ein Zusammenhang mit

der tageszeitlichen Verteilung des Flugaufkommens ist naheliegend.

Erwartungsgemäß folgt die Verteilung der Vogelschläge prinzipiell der zu erwartenden Höhenverteilung des Vogelaufkommens im dreidimensionalen Raum – davon bestehende lokale, saisonale und tageszeitliche Abweichungen haben u. a. auch eine biologische Komponente bzw. Erklärungsansatz, der im folgenden Abschnitt beleuchtet wird.

Wenig überraschend bestehen insbesondere Unterschiede zwischen den USA und Deutschland hinsichtlich des Auftretens und der Häufigkeit der involvierten Vogelarten und Gilden bei Vogelschlagereignissen (vgl. hierzu z. B. LICHT 2011; DOLBEER et al. 2012). Allerdings finden sich in beiden Ländern bzw. Kontinenten sehr viele Arten aus der im weitesten Sinne den „Wasservögeln“ (Möwen, Gänse, Enten, Schreitvögel u. a.) und den Greifvögeln zugehörigen Gruppen, welche bedingt durch Körpermasse, Schwarmbildung und/oder Flugverhalten aus Flugsicherheitsaspekten „problematisch“ sind.

## Artenspektrum und Risikobewertung

Zuvorderst bedarf es einer prinzipiellen Einschätzung eines artspezifischen Risikos hinsichtlich der Gefährdung durch Vogelschlag, da erwartungsgemäß nicht alle Arten ein identisches Risiko repräsentieren (CARTER 2001). Ferner werden Informationen zu Vorkommen und Häufigkeit, saisonalem Auftreten, Körpermasse und Verhalten einer Art benötigt. Wichtige Informationen zum Verhalten beinhalten z.B. Schwarmbildungstendenz, Tages-Rhythmik, Flugverhalten, Verhalten gegenüber Flugzeugen bzw. Fähigkeit zu Ausweichbewegungen und Fähigkeit zu binokularem Sehen einer Art (Bsp. für Untersuchungen zum (Flug-) Verhalten: DEVAULT et al. 2005; BERNHARDT et al. 2010; AVERY et al. 2011). Ferner werden Informationen zum tatsächlichen Auftreten bestimmter Arten in den Vogelschlagstatistiken berücksichtigt. Aus diesen Informationen werden wiederum in verschiedenen Ansätzen und unterschiedlicher Komplexität artspezifischen Bewertungskriterien bzw. hierarchische Bewertungsschemata (so genannte „rankings“,

„hazard scores“ bzw. Flugsicherheits-Indices) abgeleitet, welche auch lokale Gegebenheiten (z. B. Lebensraumausstattung u. a.) zu berücksichtigen versuchen (CARTER 2001, ZAKRAJSEK & BISSONETTE 2002, MORGENROTH 2003, ALLAN 2006, BOTH et al. 2010, SOLDATINI et al. 2010, SOLDATINI et al. 2011). Ein deutlich pragmatischer und einfacherer Weg wurde in erfahrungsbasierten Bewertungsindices beschränkt, d. h. in erster Linie wurden Informationen zum artspezifischen Vogelschlagrisiko aus den entsprechenden Statistiken abgeleitet (DOLBEER et al. 2000; ZAKRAJSEK & BISSONETTE 2005). Vorteilhaft gegenüber den komplexeren Indices ist sicherlich die anwendungsorientierte und „benutzerfreundliche“ Herangehensweise, wie sie beispielsweise für Verantwortliche im direkten Umfeld von Flughäfen und Flugsicherheit benötigt wird, andererseits könnten Vogelschlagstatistiken einzelner lokaler Flughäfen nicht umfangreich genug sein, um allein darauf basierend belastbare Aussagen hinsichtlich eines Vogelschlagrisikos treffen zu können. Komplexere Indices bzw. modellbasierte Risikoabschätzungen benötigen dagegen zahlreiche Informationen, die teilweise nicht vorliegen dürften und folglich entsprechende Datenerhebungen notwendig machen, um eine Problemidentifizierung zu ermöglichen.

### Lokales versus globales Vogelschlagrisiko

Um ein potentielles Risiko für einen Flughafen-Standort zufriedenstellend und ggf. auch prospektiv abzuschätzen, bedarf es folglich einer großen Anzahl von Informationen (Faktoren), welche sowohl biologischer als auch nicht-biologischer Natur sind (siehe Abb. 1). Grundsätzlich und aus Gründen einer sinnvollen Reduktion eines komplexen Sachverhalts erscheint es sinnvoll zwischen lokalen und globalen (großräumigen) Vogelschlagrisiko zu differenzieren.

Beispiele für ein lokales Vogelschlagrisiko könnten etwa das Vorhandensein einer lokalen Brutpopulation des Turmfalken und ein Zusammenhang mit der dort vorhandenen Mäusepopulation sein – eine Art mit relativ hohem Vogelschlagrisiko (z. B. LICHT 2011). Angren-

zende naturnahe Gewässer, welche als Brutplatz für Wasservogel (z. B. Möwen) fungieren (siehe Beispiel JFK und Aztekenmöwen unter „Vogelschlagrisiko – Maßnahmen zur Minderung und Vermeidung“), stellen ein anderes typisch lokales Risiko dar. Zur Einschätzung eines lokalen Vogelschlagrisikos ist es also eine nähere Betrachtung der Lebensraumausstattung des unmittelbaren Flughafens einschließlich seiner näheren Umgebung nötig (REICHHOLF 1990, GROOTEN 1996, SERVOSS et al. 2000, HILD & MORGENROTH 2004, BLACKWELL et al. 2008, BLACKWELL et al. 2009, AYRES JR. et al. 2013) und im Kontext mit dem lokal festgestellten Artenspektrum zu betrachten (EIKHORST & MARUSCHAT 2000, EHRING 2001, MORGENROTH 2005, DEUTSCH 2009). Ferner müssen ggf. ökologische Zusammenhänge beleuchtet werden, um Ursachen und Erklärungen für das Auftreten bestimmter sicherheitsrelevanter Vogelarten zu finden (z. B. im Zusammenhang mit dem Kleinsäugerbestand: SERVOSS et al. 2000, HÄMCKER & BORSTEL 2003, MORGENROTH 2007 oder Insektenvorkommen als Nahrungsgrundlage (CACCAMISE et al. 1997, BECKER 2002).

Weitere Beispiele für lokale Gefährdungen sind im Absatz „Vogelschlagrisiko – Maßnahmen zur Minderung und Vermeidung“ zu finden.

Als globales Risiko werden insbesondere regionale bis überregionale Vogelbewegungen betrachtet, wie sie typischerweise im Frühjahr und Herbst während des Vogelzuges auftreten. Nicht überraschend sind hier wichtige Impulse v. a. aus dem Gebiet der radarbasierten Vogelzugforschung gekommen (z. B. EASTWOOD 1967, ABLE 1973, VAUGHN 1985, BRUDERER 1997, GAUTHREAU & BELSER 1998, DESHOLM et al. 2005, LIECHTI 2006, CHAPMAN et al. 2010), welche auch zunehmend in den Versuch einer u. a. radarbasierten modellhaften Vorhersagbarkeit des Vogelzuges (SHAMOUN-BARANES et al. 2006, SHAMOUN-BARANES et al. 2010, ALERSTAM 2011, SHAMOUN-BARANES & VAN GASTEREN 2011, DOKTER et al. 2013) inklusive einer anzustrebenden anwendungsorientierten Nutzung für die Luftfahrt (sog. „bird avoidance models“) mündeten (RUHE 2002, DEFUSCO et al. 2005, LESHEM et al. 2005, VAN BELLE et al. 2007, SHAMOUN-BARANES et al. 2008, GINATI et al. 2010). Für großräumige bzw. globale Erfassun-

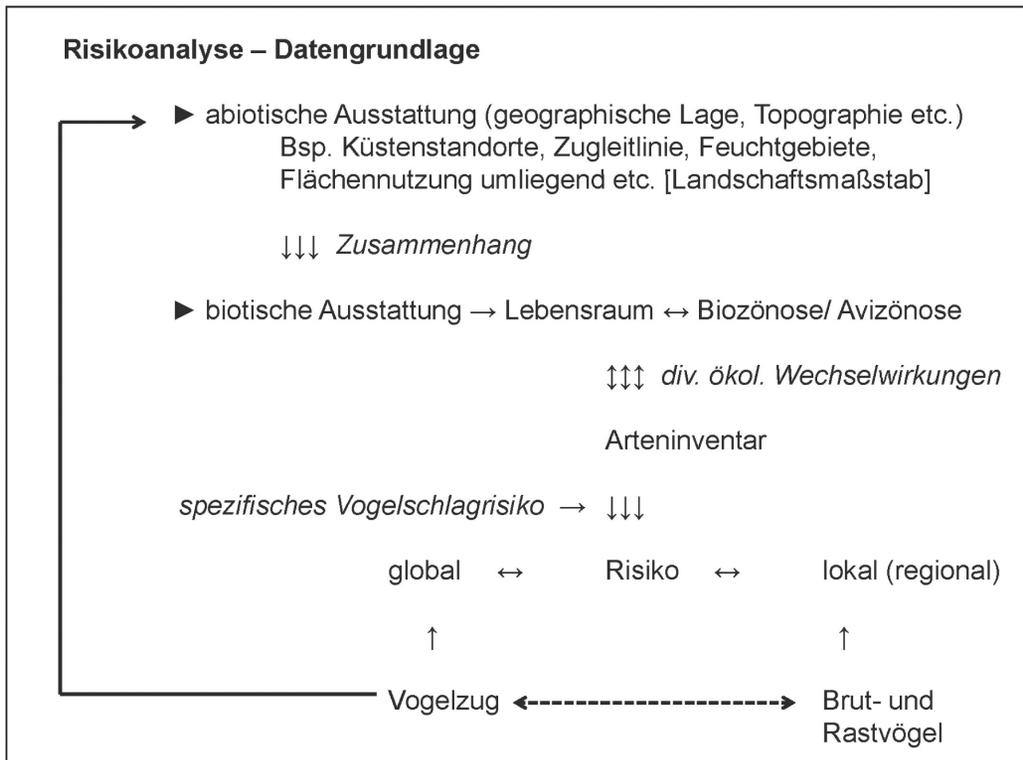


Abb. 1 Für eine Risikoabschätzung benötigte Datenlage (stark vereinfacht). Necessary data for a bird strike risk assessment (strongly simplified).

gen haben sich insbesondere Wetterradargeräte (RUHE 2002, GAUTHREAU & BELSER 2003, VAN GASTEREN et al. 2008, DOKTER et al. 2011, FISCHER et al. 2012) bewährt, wohingegen sich für lokale Untersuchungen konventionelle Schiffsradargeräte anbieten (siehe z. B. SCHMALJOHANN et al. 2008; DESHOLM et al. in Vorber. für Übersicht und kritische Methodenbetrachtung; siehe auch Beispielbild aus eigener Erfassung, Abb. 2.1-2).

### Vogelschlagrisiko – Maßnahmen zur Minderung und Vermeidung

Neben technischen Veränderungen bei Flugzeugen (Verstärkung der zu belastenden Teile, bessere Sichtbarkeit durch spezifische Beleuchtung; DOLBEER 2002; BLACKWELL et al. 2012), haben ein gezieltes Biotopmanagement der unbefestigten Betriebs- und Sicherheitsflächen,

insbesondere durch die so genannte Langgrasbewirtschaftung (BROUGH & BRIDGMAN 1980, MORGENROTH 2004, SEAMANS et al. 2007B) und ein erweitertes Flächenmanagement auch im angrenzenden Flughafenumfeld (GABREY 1997, BLACKWELL et al. 2009) für eine Reduktion von Vogelschlägen gesorgt, indem Flächen so unattraktiv wie möglich für Vögel gestaltet werden. Das erweiterte Flächenmanagement kann diverse Maßnahmen beinhalten, wie etwa die Schließung von Mülldeponien, Heckenanpflanzungen in der umgebenden Agrarlandschaft (Verringerung der Attraktivität für Gänse und Schwäne), eine für Vögel unattraktive landwirtschaftliche Nutzung, Teilung größerer Gewässer und Nutzung durch Freizeitaktivitäten (Reduzierung des Wasservogelbestandes), erhöhter Jagddruck u. a. Allerdings wird teilweise der Mangel an Evaluationen einzelner Maßnahmen kritisiert (BARRAS & SEAMANS 2002, BLACKWELL et al. 2009).

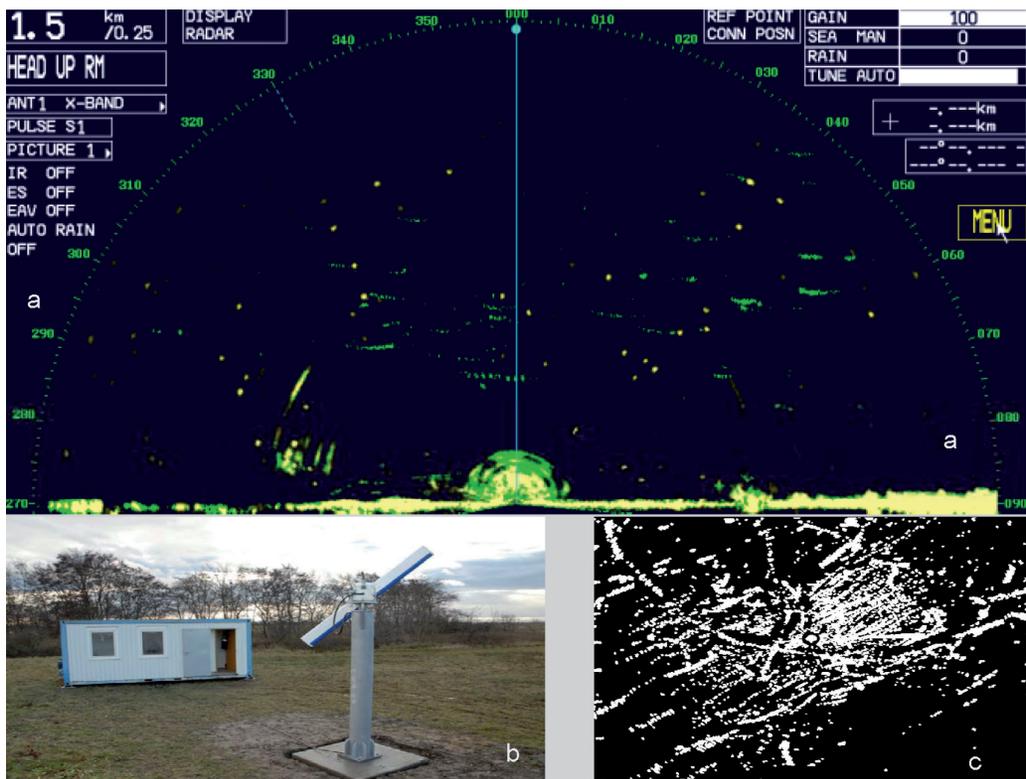


Abb. 2.1. Beispiele für eine (eher lokale) radarbasierte Untersuchung des Vogelaufkommens am Flughafen Leipzig-Halle mit Datenauswertungsbeispielen (Abb. 2.2). Examples of a (more local) radar-based investigation on bird emergence (including bird migration) at the International Airport Leipzig-Halle including examples of derived data analysis (fig. 2.2.).

- a Beispiele eines Radarbildes (Schiffsradar) im vertikalen Modus. Gelbe Flecken repräsentieren Vogeleos, grün stellen die Nachleuchtspuren der letzten Minute dar. Die gelben Bereiche/Signale am unteren Bildrand stellen feststehende Reflexionen dar, so genannter „ground clutter“. Das Bild wurde am 10. April 2007 um 03.00 Uhr UTC aufgenommen. Der Halbradius beträgt 1,5 km. Example of a radar picture (in vertical modus). Yellow spots are representing bird echoes, green are trails of past echoes within the last minute. The yellow ‘signals’ at the bottom of the pictures are permanent reflections caused by stationary objects as e.g. trees and other obstacles and in radar ornithology usually referred as ‘ground clutter’. The picture (cap\_00019619.png) was taken in the night of the 10<sup>th</sup> April 2007 at 3.00 a.m. UTC. The radius of the semi circle amounts to 1.5 km.
- b Schiffsradarantenne auf einer Stahlkonstruktion befestigt mit Container. Zu beachten ist, dass die Antenne um 90 ° gekippt ist (im Vgl. zu normalen horizontalen Modus). In diesem Modus werden in erster Linie Daten zur Höhenverteilung und Quantität generiert, wogegen im horizontalen Modus Informationen zu Flugrichtung und ggf. Geschwindigkeit gesammelt werden. Ship radar antenna fixed on a steel construction (radar tower) and the container. Note that the operating modus in this picture is vertical (the antenna is tilted 90° from the usual horizontal modus). In this modus information on heights and number of echoes (quantification) are attained. Contrary, in horizontal operating modus information on flight direction and flight speed can be attained.
- c Beispiel für eine ASR-Bild (air surveillance radar). Die Hauptzugrichtung entlang einer NE-SW-Achse ist gut zu erkennen. Das Bild stammt vom 10.10.2007, 10.35 UTC und stellt einen Raum von 10 nm (18,52 km) dar. Dies ist ein gutes Beispiel für eine relativ homogene Zugrichtungsverteilung (mit geringer Streuung). Example of an ASR picture. The main migratory axis of that day is clearly visible (ENE-WSW) showing several flocks aligned along this axis. Migration intensity is approximately medium to strong (10.10.2007, 10.35 UTC, registration area of 10 nm, 18.52 km). This is a good example of quite homogenous migration directions (with little deviations from main axis). Quelle DAVVL e.V.

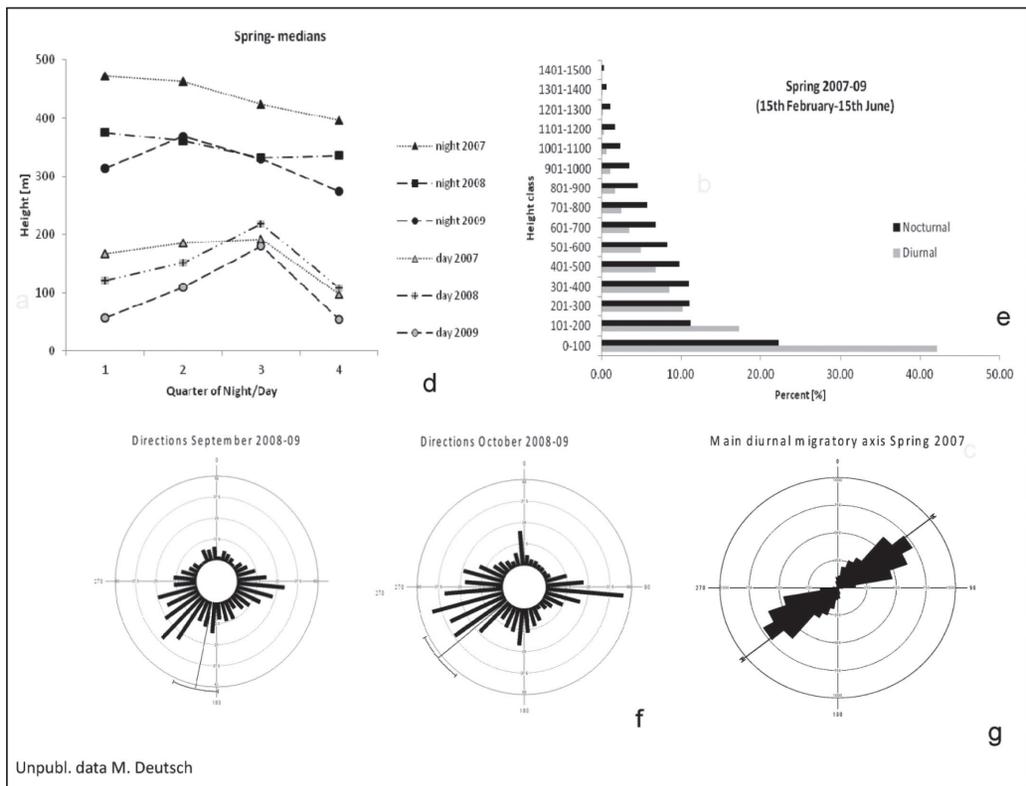


Abb. 2.2.

- d Mittlere (Median) Flughöhen, gezeigt für die Frühjahre 2007-09 (Schiffsradar) und entsprechenden Tageszeit-quartilen. *Median heights in each quarter of night and day, shown for spring 2007-09 (ship radar).*
- e Tageszeitliche Höhenverteilung (tags, nachts) der Vogelechos während des Frühjahrszuges 2007-09. *Height distribution of bird echoes during spring migration 2007-09 at night (black bars) and day (white bars).*
- f Richtungsverteilung der nächtlichen Zugrichtungen im September und Oktober 2008-09 entsprechend manueller horizontaler Messungen mit dem Schiffsradar. *Distribution of nocturnal migratory direction in September and October (2008-09) according manual measurements with the ship radar (horizontal mode).*
- g Zugrichtungen nach ASR (air surveillance radar) im Jahr 2007 im identischen Zeitraum wie für die Zugplanbeobachtungen 2007. *Migration directions (migration axis) in 2007 according to ASR within identical daily time frames of diurnal migration counts.*

Eine andere effektive Methode liegt in der gezielten Vergrämung v. a. durch Abschuss. So wurden am JFK International Airport, USA zwischen 1991 und 1993 weit über 35.000 Aztekenmöwen während des Überflugs der Start- und Landebahnen abgeschossen, wobei sich am Ende der Aktion die durchschnittliche Anzahl von Vogelschlägen von 170 pro Jahr um 90 % reduzierte (bei gleichzeitiger Abnahme der Population um lediglich 20 %; DOLBEER et al.

1993; DOLBEER et al. 1998). Die Herangehensweise in diesem Ausmaß wurde immer schon kontroverser und auch als zunehmend ineffektiv bewertet (BROWN et al. 2001). In Deutschland wäre ein solch massives Vorgehen sicher schwer vermittel- und durchsetzbar; unter bestimmten Umständen können gezielte Abschüsse angezeigt sein. Daneben bestehen noch weitere nicht-lethale Vergrämungsmethoden (chemische, bio-akustische und pyrotechnik-

basierte Vergrämung, siehe INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE 2006, SEAMANS et al. 2007A). Diese zeigen aber teilweise nur kurzfristige Erfolge und können wohl am besten als zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zur Vogelschlagvermeidung verstanden werden.

Echtzeitimplementierungen, wie die im Bereich der neuen Landebahn am Flughafen Frankfurt a.M. installierte Infrarotkamera (MIVOTHERM, Carl Zeiss AG) mit automatisierter Auswertung und Weiterleitung zur Deutsche Flugsicherung (DFS, Ampelsystem, mit ggf. Warmmeldung an Piloten), bilden bisher die Ausnahme. Es zeigt sich aber, dass auch eine sehr lokalspezifische Vogelschlagproblematik (hier: Überflug des Mains in geringer Höhe von unter 150 m, welcher als Flugleitlinie für Vögel, insbesondere Lachmöwen dient) technisch und in Umsetzung für die Flugsicherheit zu lösen ist.

Für die Einschätzung eines globalen, primär durch Vogelzug bedingten Vogelschlagrisikos, bestehen beispielsweise Warnungen für den zivilen und militärischen Flugbetrieb (BIRDTAM, herausgegeben durch das Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr (AGeoBw)). Derzeit befinden sich weitere anwendungsorientierte modelbasierte Ansätze zur Einschätzung des Vogelschlagrisikos (siehe auch unter Absatz „Artenspektrum und Risikobewertung“) in der Entwicklungsphase, wobei eine deutlich höhere geographische und zeitliche Auflösung (als bei BIRDTAM) angestrebt wird (LESHEM et al. 2005, SHAMOUN-BARANES et al. 2008, GINATI et al. 2010). Eine erfolgreiche Umsetzung des komplexen Vorhabens dürfte einen großen Fortschritt in der Vorhersagbarkeit bedeuten und aufgrund des unbeeinflussbaren Phänomens des Vogelzuges reaktiven Charakter (in Anwendung flugbetrieblicher Art mit Orientierungshilfen für die Piloten) haben.

Die möglichen Fortschritte in Vorhersagen auf globalen bzw. großräumigen Niveau werden aber nach eigener Einschätzung lokale Vogelschlagrisiken nicht ausreichend abbilden. Deshalb bleibt die Verbindung der lokalen und globalen Vogelschlagrisiken und deren anwendungsorientierten Implementierung für die Betreiber (Flughäfen) und Verantwortlichen für Flugsicherheit eine Herausforderung der Zukunft.

## Zusammenfassung

In diesem Artikel wird ein allgemeiner Überblick, inklusive maßgeblicher Literatur, zur Vogelschlagproblematik an Flughäfen gegeben. Vogelschläge bedeuten ein hohes Risiko für die zivile und militärische Flugsicherheit und sind mit nennenswerten finanziellen Kosten verbunden. Vogelschläge zeigen eine charakteristische Höhenverteilung mit Schwerpunkt innerhalb der 100 Höhenmeter und weisen eine typische Saisonalität mit hohen Fallzahlen in den Sommermonaten und in Monaten des Vogelzuges auf.

Das Artenspektrum ist vielfältig, wobei vor allem Körpermasse, Schwarm- und Flugverhalten wesentlich das artspezifische Risiko determinieren. Insbesondere Arten aus der Gruppe der „Wasservögel“ und Greife sind oft in Vogelschlägen mit Schäden involviert. Diverse Indices zur artspezifischen Risikoabschätzung hinsichtlich Vogelschlagpotentials wurden entwickelt, um im Bereich der Flugsicherheit eine anwendungs- bzw. praxisorientierte Einordnung der Arten zu ermöglichen – zumeist mit spezifisch standortabhängigem Bezug. Neben lokalen Bezug kommen auch wichtige Impulse zur Einschätzung und vor allem der Vorhersagbarkeit von Vogelschlagrisiken im größeren bzw. globalen Maßstab aus der wissenschaftlichen Vogelzug- und Radarornithologie.

Obwohl die Tendenzen in den Vogelschlagstatistiken der USA und Deutschlands – zwei Länder mit fundierter Datenlage – uneinheitlich sind, lässt sich grundsätzlich sagen, dass gezieltes „vogelunfreundliches“ Biotop-Management auf den Flughäfen und des angrenzenden Umfeldes die bisher besten Resultate hinsichtlich einer Vogelschlagvermeidung erreicht haben und für die sinkenden Vogelschlagzahlen in Deutschland seit den 1980er Jahren maßgeblich mitverantwortlich sind.

Eine Verbindung von lokalen und globalen (großräumigen) Vogelschlagrisiken (letzteres v. a. durch Vogelzug induziertes), welche das gesamte vorhandene Vogelschlagrisiko abbildet, einerseits der Komplexität des Sachverhaltes gerecht wird, andererseits anwendungsorientierte Entscheidungshilfen im Bereich Flugsicherheit bereitstellt, wird die zukünftige Herausforderung sein.

## Summary

### Bird strike problems at airports – a review

This article summarises the current literature on the issue of bird strikes at airports. Bird strikes represent a high risk for civil and military aviation safety and are associated with significant financial costs. Bird strikes follow a characteristic height distribution being concentrated within the first 100 m and a marked seasonality with high numbers of cases occurring in the summer and during migratory periods.

The species composition of taxa involved in bird strikes is diverse, with mainly body mass, swarm and flight behavior determining species-specific risk. In particular, species from the group of „water birds“ and birds of prey are often involved in bird strikes with significant damage.

A diversity of indices for species-specific risk assessment on potential bird strikes have been designed to inform aviation safety, primarily being application- or practice-oriented classifications of species, many of whom also incorporate local factors in their calculation. Additionally, priority should be given to bird strike risk-assessment at larger (global) spatial scales, especially when incorporating migratory species. Data from ornithology and, in particular, from radar ornithology are highly relevant for developing predictive models of bird migration and their application to bird-strike management.

Although the trends in bird strike statistics from the U.S. and Germany, two countries with comprehensive data, are inconsistent, developing „bird unfriendly“ habitat management has produced best results in terms of bird strike avoidance at airports and is responsible for substantially declining bird strike numbers in Germany since the 1980s. In future, one of the major challenges will be the merging of local and global bird strike risk predictive models (bird avoidance models).

This synthesis of large- and small-scale models will both reduce the inherent complexity of current predictive models and facilitate application-oriented decision-making in the area of flight safety.

## Dank

Dr. Christoph Morgenroth (DAVVL e.V.) sei für die Zurverfügungstellung von Bildmaterial für den Vortrag und für die kritische Durchsicht des Manuskripts gedankt. Dr. Tomás E. Murray überprüfte die englische Zusammenfassung. Der Flughafen Leipzig-Halle finanzierte und finanziert als Drittmittelpartner die dort durchgeführten Untersuchungen zum Vogelaufkommen und zur Ökologie und Populationsdynamik von Kleinsäugetern (Mäuse). Stellvertretend für den Flughafen sei hier besonders René Aplitzsch und Dierk Näther gedankt.

## Literatur

- ABLE, K.P. (1973): The role of weather variables and flight direction in determining the magnitude of nocturnal bird migration. – *Ecology* **54**: 1031–1041.
- ALERSTAM, T. (2011): Optimal bird migration revisited. – *Journal of Ornithology* **152**: 5–23.
- ALLAN, J.R. (2002): The costs of bird strikes and bird strike prevention. – S. 147–153, – In: *Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations, Proceedings of the Third NWRC Special Symposium* (CLARK, L.; HONE, J.; SHIVIK, J.A.; WATKINS, R.A.; VERCAUTEREN, K.C.; YODER, J.K. (Eds.)). National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO, USA.
- ALLAN, J.R. (2006): A heuristic risk assessment technique for birdstrike management at airports. – *Risk Analysis* **26**: 723–729.
- AVERY, M.L.; HUMPHREY, J.S.; DAUGHTERY, T.S.; FISCHER, J.W.; MILLESON, M.P.; TILLMAN, E.A.; BRUCE, W.E.; WALTER, W.D. (2011): Vulture Flight Behavior and Implications for Aircraft Safety. – *Journal of Wildlife Management* **75**: 1581–1587.
- AYRES JR, M., SHIRAZI, H.; CARVALHO, R.; HALL, J.; SPEIR, R.; ARAMBULA, E.; DAVID, R.; GADZINSKI, J.; CAVES, R.; WONG, D.; PITFIELD, D. (2013): Modelling the location and consequences of aircraft accidents. – *Safety Science* **51**: 178–186.
- BARRAS, S.C.; SEAMANS, T.W. (2002): Habitat Management Approaches for Reducing Wildlife Use of Airfields. – S. 309–315. – In: *Proceedings of 20<sup>th</sup> Vertebrate Pest Conference* (TIMM, R.M.; SCHMIDT, R.H. (Eds.)). Univ. of California.
- BECKER, J. (2002): Fluginsekten als temporäres Flugsicherheitsrisiko. – *Vogel und Luftverkehr* **22**: 38–46.
- BERNHARDT, G.E.; BLACKWELL, B.F.; DEVAULT, T.L.; KUTSCHBACH-BROHL, L. (2010): Fatal injuries to birds from collisions with aircraft reveal anti-predator behaviours. – *Ibis* **152**: 830–834.
- BLACKWELL, B.F.; DEVAULT, T.L.; FERNANDEZ-JURICIC, E.; DOLBEER, R.A. (2009): Wildlife collisions with aircraft: A missing component of land-use planning for airports. – *Landscape and Urban Planning* **93**: 1–9.
- BLACKWELL, B.F.; DEVAULT, T.L.; SEAMANS, T.W.; LIMA, S.L.; BAUMHARDT, P.; FERNANDEZ-JURICIC, E. (2012):

- Exploiting avian vision with aircraft lighting to reduce bird strikes. – *Journal of Applied Ecology* **49**: 758–766.
- BLACKWELL, B.F.; SCHAFFER, L.M.; HELON, D.A.; LINNELL, M.A. (2008): Bird use of stormwater-management ponds: Decreasing avian attractants on airports. – *Landscape and Urban Planning* **86**: 162–170.
- BOTH, I.; VAN GASTEREN, H.; DEKKER, A. (2010): A quantified species specific Bird Hazard Index. – In: International Bird Strike Committee, Carins 20–24 September 2010.
- BROUGH, T.; BRIDGMAN, C.J. (1980): An evaluation of long grass as a bird deterrent on British airfields. – *Journal of Applied Ecology* **17**: 243–253.
- BROWN, K.M.; ERWIN, R.M.; RICHMOND, M.E.; BUCKLEY, P.A.; TANACREDI, J.T.; AVRIN, D. (2001): Managing birds and controlling aircraft in the Kennedy Airport-Jamaica Bay Wildlife Refuge complex: The need for hard data and soft opinions. – *Environmental Management* **28**: 207–224.
- BRUDERER, B. (1997): The study of bird migration by radar. Part 1: The technical basis. – *Naturwissenschaften* **84**: 1–8.
- CACCAMISE, D.F.; DOSCH, G.J.; BENNET, K.; REED, L.M.; DELEY, L. (1997): Bekämpfung der Vogelschlagrisiken an Flughäfen durch Habitat-Management. – *Vogel und Luftverkehr* **17**: 38–49.
- CARTER, N.B. (2001): All Birds Are Not Created Equal: Risk Assessment and Prioritization of Wildlife Hazards at Airfields. – In: Bird Strike Committee USA/ Bird Strike Committee Canada 3rd Annual Joint Meeting August 27–30, 2001.
- CHAPMAN, J.W.; NESBIT, R.L.; BURGIN, L.E.; REYNOLDS, D.R.; SMITH, A.D.; MIDDLETON, D.R.; HILL, J.K. (2010): Flight Orientation Behaviors Promote Optimal Migration Trajectories in High-Flying Insects. – *Science* **327**: 682–685.
- INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE 2006. Recommended Practices No. 1. Standards For Aerodrome Bird/ Wildlife Control. – S. 1–19 (INTERNATIONAL BIRDSTRIKE COMMITTEE, Ed.).
- DEFUSCO, R.P.; HARPER, J.T.; RUHE, W. (2005): Alaska bird avoidance model (AK BAM) development and implementation. – In: International Bird Strike Committee IBSC27/WP I–4, Athens.
- DESHOLM, M.; BÄCKMAN, J.; DIEHL, R.H.; DOKTER, A.; HÜPPOP, O.; LARKIN, R.P.; RAHBEK, C.; STEINHEIM, Y.; VAN GASTEREN, H. (in prep): Trends in radar ornithology.
- DESHOLM, M.; FOX, A.D.; BEASLEY, P.D.L.; KAHLERT, J. (2005): Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. – S.76–89 in: Annual Spring Conference of the British-Ornithologists-Union, vol. 148. Blackwell Publishing, Leicester, England.
- DEUTSCH, M. (2009): Untersuchungen zum Vogelauflkommen am Flughafen Leipzig-Halle. Endbericht. Durchgeführt für die Flughafen Leipzig/Halle GmbH im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens (04.11.2004). – 148 S., unveröffentl. Bericht. Institut für Biologie/ Zoologie, Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Halle.
- DEVAULT, T.L.; REINHART, B.D.; BRISBIN, I.L.; RHODES, O.E. (2005): Flight behavior of black and turkey vultures: Implications for reducing bird-aircraft collisions. – *Journal of Wildlife Management* **69**: 601–608.
- DOKTER, A.M.; LIECHTL, F.; STARK, H.; DELOBBE, L.; TABARY, P.; HOLLEMAN, I. (2011): Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. – *Journal of the Royal Society Interface* **8**: 30–43.
- DOKTER, A.M.; SHAMOUN-BARANES, J.; KEMP, M.U.; TIJM, S.; HOLLEMAN, I. (2013): High Altitude Bird Migration at Temperate Latitudes: A Synoptic Perspective on Wind Assistance. – *Plos One* **8** (1). doi:10.1371/journal.pone.0052300.
- DOLBEER, R.A. (2002): Have Population Increases of Large Birds Outpaced Airworthiness Standards for Civil Aircraft? – S. 161–166. – In: Proceedings of 20<sup>th</sup> Vertebrate Pest Conference (TIMM, R.M.; SCHMIDT, R.H. (Eds.)). Univ. of California.
- DOLBEER, R.A. (2006): Height distribution of birds recorded by collisions with civil aircraft. – *Journal of Wildlife Management* **70**: 1345–1350.
- DOLBEER, R.A. (2011): Increasing trend of damaging bird strikes with aircraft outside the airport boundary: implications for mitigation measures. – *Human-Wildlife Interactions* **5**: 235–248.
- DOLBEER, R.A.; BELANT, J.L.; SILLINGS, J.L. (1993): Shooting gulls reduces strikes with aircraft at Kennedy, J.F. International-Airport. – *Wildlife Society Bulletin* **21**: 442–450.
- DOLBEER, R.A.; SEAMANS, T.W.; BLACKWELL, B.F.; BELANT, J.L. (1998): Anthraquinone formulation (Flight Control (TM)) shows promise as avian feeding repellent. – *Journal of Wildlife Management* **62**: 1558–1564.
- DOLBEER, R.A.; SEUBERT, J.L. (2006): Canada Goose populations and strikes with civil aircraft: positive trends for aviation industry. – In: 8<sup>th</sup> Bird Strike Committee-USA/ Canada meeting, St. Louis, Missouri USA.
- DOLBEER, R.A.; WRIGHT, S.E. (2008): Wildlife strikes to civil aircraft in the United States, 1990–2007. – 57 S. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Washington, DC, USA.
- DOLBEER, R.A.; WRIGHT, S.E.; BEGIER, M.J.; WELLER, J. (2009): Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States 1990–2008. – 57 S. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Washington, DC, USA.
- DOLBEER, R.A.; WRIGHT, S.E.; CLEARY, E.C. (2000): Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. – *Wildlife Society Bulletin* **28**: 372–378.
- DOLBEER, R.A.; WRIGHT, S.E.; WELLER, J.; BEGIER, M.J. (2012): Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States 1990–2010. – 57 S. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Washington, DC, USA.
- EASTWOOD, E. (1967): Radar Ornithology. – Methuen and Co., London.
- EHRING, R. (2001): Gänsemonitoring im Reg. Bez. Leipzig (1998–2000) unter besonderer Berücksichtigung des Flughafen Leipzig/Halle. – *Vogel und Luftverkehr* **24**: 63–69.
- EIKHORST, W.; MARUSCHAT, I. (2000): Graureiher-Problematik am Flughafen Bremen. – *Vogel und Luftverkehr* **20**: 37–52.

- FISCHER, R.A.; GAUTHREAU, S.A.; VALENTE, J.J.; GUILFOYLE, M.P.; KALLER, M.D. (2012): Comparing transect survey and WSR-88D radar methods for monitoring daily changes in stopover migrant communities. – *Journal of Field Ornithology* **83**: 61–72.
- GAUTHREAU, S.A.; BELSER, C.G. (1998): Displays of bird movements on the WSR-88D: Patterns and quantification. – *Weather and Forecasting* **13**: 453–464.
- GAUTHREAU, S.A.; BELSER, C.G. (2003): Radar ornithology and biological conservation (overview). – *Auk* **120**: 266–277.
- GINATI, A.; COPPOLA, A.D.; GAROFALO, G.; SHAMOUN-BARANES, J.; BOUTEN, W.; VAN GASTEREN, H.; DEKKER, A.; SORBI, S. (2010): FlySafe: an early warning system to reduce risk of bird strikes. – *Esa Bulletin-European Space Agency*: 46–55.
- GROOTEN, W. (1996): Biotopkartierung von Flugplätzen, Raumanalyse und ökologische Bewertung. – *Vogel und Luftverkehr* **16**: 5–9.
- HÄMKER, S.; BORSTEL, K. (2003): Langzeituntersuchung über den Zusammenhang zwischen Kleinsäugerbestand und Anzahl der Greifvögel auf dem Flughafen Bremen unter Berücksichtigung der veränderten Grünlandbewirtschaftung. – *Vogel und Luftverkehr* **23**: 31–45.
- HILD, J.; MORGENROTH, K. (2004): Die Bedeutung von Biotopstruktur und Vegetation für die Verhütung von Vogelschlägen im Bereich des Flughafens Friedrichshafen. – *Vogel und Luftverkehr* **24**: 13–25.
- LESHEM, Y.; OVADIA, O.; DINEVICH, L.; RAZ, O. (2005): A national network of bird and weather radars in Israel – from vision to reality. – In: *International Bird Strike Committee, Athens 23–27 May 2005*.
- LICHT, D. (2011): Statistik über die Vogelschläge der deutschen Zivilluftfahrt von 2009 bis 2010. – *Vogel und Luftverkehr* **31**: 1–6.
- LIECHTI, F. (2006): Birds: blowin' by the wind? – a review. – *Journal of Ornithology* **147**: 202–211.
- MARRA, P.P.; DOVE, C.J.; DOLBEER, R.A.; DAHLAN, N.F.; HEACKER, M.; WHATTON, J.F.; DIGGS, N.E.; FRANCE, C.; HENKES, G.A. (2009): Migratory Canada geese cause crash of US Airways Flight 1549. – *Frontiers in Ecology and the Environment* **7**: 297–301.
- MORGENROTH, C. (2003): Entwicklung eines Indexes zur Berechnung der Flugsicherheitsrelevanz von Vogelarten. – *Vogel und Luftverkehr* **23**: 64–78.
- MORGENROTH, C. (2004): Langgraswirtschaft zur Vogelvergrämung – ein strategischer Irrtum? – *Vogel und Luftverkehr* **24**: 85–91.
- MORGENROTH, C. (2005): Verschärfen Gänse die biologische Flugsicherheitsituation in Deutschland? – *Vogel und Luftverkehr* **25**: 33–42.
- MORGENROTH, C. (2007): Der Einfluss von Feldmäusen auf das Vogelschlaggeschehen an Flughäfen. – *Vogel und Luftverkehr* **27**: 46–49.
- MORGENROTH, C. (2011): Lohnt Vogelschlagverhütung? [Is Bird Strike Prevention worthwhile?] – *Vogel und Luftverkehr* **31**: 1–2.
- REICHHOLF, J. (1990): Untersuchungen über die Besiedlung von künstlichen Gewässern (Kies- und Sandabgrabungen) durch Wasservögel. – *Vogel und Luftverkehr* **10**: 86–97.
- RICHARDSON, W.J.; WEST, T. (2000): Serious bird strike accidents to military aircraft: updated list and summary. – Amsterdam.
- RUHE, W. (2002): Das Wetterradar – Ein weiteres System zur Vogelzugbeobachtung? – *Vogel und Luftverkehr* **22**: 47–58.
- SCHMALJOHANN, H.; LIECHTI, F.; BACHLER, E.; STEURI, T.; BRUDERER, B. (2008): Quantification of bird migration by radar – a detection probability problem. – *Ibis* **150**: 342–355.
- SEAMANS, T.W.; BARRAS, S.C.; BERNHARDT, G.E. (2007a): Evaluation of two perch deterrents for starlings, blackbirds and pigeons. – *International Journal of Pest Management* **53**: 45–51.
- SEAMANS, T.W.; BARRAS, S.C.; BERNHARDT, G.E.; BLACKWELL, B.F.; CEPEK, J.D. (2007b): Comparison of 2 vegetation-height management practices for wildlife control at airports. – *Human-Wildlife Conflicts* **1**: 97–105.
- SERVOSS, W.; ENGEMAN, R.M.; FAIRAZL, S.; CUMMINGS, J.L.; GRONINGER, N.P. (2000): Wildlife hazard assessment for Phoenix Sky Harbor International Airport. – *International Biodeterioration & Biodegradation* **45**: 111–127.
- SHAMOUN-BARANES, J.; BOUTEN, W.; BURMA, L.; DEFUSCO, R.; DEKKER, A.; SIERDEMA, H.; SLUITER, F.; VAN BELLE, J.; VAN GASTEREN, H.; VAN LOON, E. (2008): Avian Information Systems: Developing Web-Based Bird Avoidance Models. – *Ecology and Society* **13**.
- SHAMOUN-BARANES, J.; BOUTEN, W.; VAN LOON, E. (2010): Integrating measurements and models to study the influence of weather on migration. – *Integrative and Comparative Biology* **50**: E160-E160.
- SHAMOUN-BARANES, J.; VAN GASTEREN, H. (2011): Atmospheric conditions facilitate mass migration events across the North Sea. – *Animal Behaviour* **81**: 691–704.
- SHAMOUN-BARANES, J.; VAN LOON, E.; VAN GASTEREN, H.; VAN BELLE, J.; BOUTEN, W.; BURMA, L. (2006): A comparative analysis of the influence of weather on the flight altitudes of birds. – *Bulletin of the American Meteorological Society* **87**: 47–61.
- SOLDATINI, C.; ALBORES-BARAJAS, Y.V.; LOVATO, T.; ANDREON, A.; TORRICELLI, P.; MONTMAGGIORI, A.; CORSA, C.; GEORGALAS, V. (2011): Wildlife Strike Risk Assessment in Several Italian Airports: Lessons from BRI and a New Methodology Implementation. – *PloS one* **6**.
- SOLDATINI, C.; GEORGALAS, V.; TORRICELLI, P.; ALBORES-BARAJAS, Y.V. (2010): An ecological approach to birdstrike risk analysis. – *European Journal of Wildlife Research* **56**: 623–632.
- THORPE, J. (1996): Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes 1912–1995. – S. 17–31. – In: *International Bird Strike Committee, London 13–17<sup>th</sup> May 1996, vol. 23, London*.
- THORPE, J. (2005): Fatalities and destroyed civil aircraft due to birdstrikes 2002–2004 (with an addendum of animal strikes). – S. 17–24. – In: *Proceedings of 27<sup>th</sup> International Bird Strike Committee, Athens 23–27<sup>th</sup> May 2005*.
- VAN BELLE, J.; SHAMOUN-BARANES, J.; VAN LOON, E.; BOUTEN, W. (2007): An operational model predicting autumn bird migration intensities for flight safety. – *Journal of Applied Ecology* **44**: 864–874.

- VAN GASTEREN, H.; HOLLEMAN, I.; BOUTEN, W.; VAN LOON, E.; SHAMOUN-BARANES, J. (2008): Extracting bird migration information from C-band Doppler weather radars. – *Ibis* **150**: 674–686.
- VAUGHN, C.R. (1985): Birds and insects as radar targets – a review. – *Proceedings of the Ieee* **73**: 205–227.
- ZAKRAJSEK, E.J.; BISSONETTE, J.A. (2002): Development of a Bird-Avoidance Model for Naval Air Facility El Centro, California. – 81 S. USGS, Utah Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, Utah State University, College of Natural Resources, Department of Fisheries & Wildlife, Logan, Utah, US.
- ZAKRAJSEK, E.J.; BISSONETTE, J.A. (2005): Ranking the risk of wildlife species hazardous to military aircraft. – *Wildlife Society Bulletin* **33**: 258–264.

*Anschrift des Verfassers:*

MARKUS DEUTSCH  
Institut für Biologie/Zoologie  
Martin-Luther Universität  
Halle-Wittenberg (MLU)  
Domplatz 4  
D-06108 Halle (Saale)

E-Mail:  
markus.deutsch@zoologie.uni-halle.de

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Deutsch Markus

Artikel/Article: [Vogelschlagproblematik an Flughäfen – eine Übersicht \(Review\) 373-383](#)