

Der Zusammenhang zwischen der Zunahme der Vogelschlagrisiken und dem Anwachsen der Populationen großer Vögel in Nordamerika

Amplified birdstrike risks related to population increases
of large birds in North America

Nachdruck eines Vortrages während der 26. Sitzung des International Birdstrike Committee in Warschau, 2003 mit freundlicher Genehmigung der Verfasser

(Aus dem Englischen übersetzt von K.-H. Hartmann, Oberursel)

von R. DOLBEER u. P. ESCHENFELDER, Sandusky, Ohio

Zusammenfassung: Vogelschläge stellen weltweit ein wachsendes Problem für die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit der zivilen Luftfahrt dar und verursachen jährlich Kosten von weit über 1 Mrd. Dollar. Zur Reduzierung vogelschlagbedingter Risiken hat die Federal Aviation Administration der USA für Flugzeugzellen, Windschutzscheiben und Triebwerke Lufttüchtigkeitsnormen entwickelt, wobei eine einzelne 4 lbs (1,82 kg) schwere Vogelmasse als das Maximum verwendet wurde, das bei den meisten Bauteilen getestet werden muss. Wir haben festgestellt, dass 38 der annähernd 650 in Nordamerika nistenden Vogelarten eine durchschnittliche Körpermasse von > 4 lbs haben. Bei den 31 Arten, von denen Angaben über den Populationstrend bekannt waren, gab es in den vergangenen 20 bis 40 Jahren bis 24 (77%) Populationswachstum, lediglich bei 2 Arten trat ein Rückgang auf und bei 5 gab es keine Änderung. Besonders wichtig ist, dass bei 13 von 14 Arten mit Körpermasse > 8 lbs (3,64 kg) ein Anwachsen der Population festgestellt wurde. Wenigstens 294 Kollisionen mit Vögeln > 4 lbs haben in den USA zwischen 1990 und 2001 erheblichen Schaden an Zivilflugzeugen verursacht. Bei 30% dieser Kollisionen waren mehrere Vögel beteiligt. Mehr als 6.022 Kollisionen ereigneten sich in Höhen von > 1.000 ft (GND), wenigstens 1.986 (33%) davon waren Vögel von > 4 lbs. Wir leiten daraus ab, dass Lufttüchtigkeitsnormen und Vorschläge, unterhalb 10.000 ft Flugbetrieb bei hoher Geschwindigkeit (> 250 kn = 288 mph) zuzulassen, noch einmal überdacht werden sollten, um dadurch den von angewachsenen Populationen großer Schwarmvögel ausgehenden Gefahren zu entsprechen. Ferner sind verstärkte Forschung und Entwicklungsarbeit bzgl. der Aufstellung von Radarsystemen zwecks Vogelerfassung erforderlich, damit

Piloten vor Zugvogelschwärmen gewarnt werden können. Außerdem müssen Methoden entwickelt werden, wie Flugzeuge für die Vögel eher wahrnehmbar gemacht werden können. Schließlich sollten Wild-Biologen ihre Bemühungen um die Reduzierung oder Vergrämung von Populationen dieser großen Vögel in der Flughafenumgebung intensivieren. Für bestimmte besonders reichlich vertretene große Arten, wie z.B. die Kanada-Gänse (*Branta canadensis*) als Standvögel, werden wohl Arbeitsprogramme nötig sein, um Populationen in einigen Gebieten reduzieren zu können.

Summary: Bird-aircraft collisions (bird strikes) are an increasing safety and economic concern to the civil aviation industry worldwide, costing well over 1 billion Dollar each year. To reduce risks associated with strikes, the U.S. Federal Aviation Administration has developed airworthiness standards for airframes, windshields, and engines using a single 4-lb (1.82-kg) bird mass as the maximum that must be tested for most components. We determined that 36 of the approximately 650 bird species that nest in North America have average body masses greater than 4 lbs. Of the 31 species for which population trend data were available, 24 (77%) showed population increases over the past 20-40 years, only 2 showed declines and 5 were stable. Of most importance, 13 of the 14 species with body masses over 8 lbs (3.64 kg) showed population increases. At least 294 strikes with > 4-lb birds caused substantial damage to civil aircraft in the USA, 1990-2002; 30% of these strikes involved multiple birds. Over 6,022 strikes occurred at heights > 1,000 ft above ground level of which at least 1,986 (33%) involved > 4-lb birds. We conclude that airworthiness standards, as well as proposals to allow high-speed (> 250 kn [288 miles/hour]) operations below 10,000 ft, should be reevaluated to address the threat posed by increased populations of large flocking birds. Also, increased research and development is needed in the deployment of bird-detecting radar to warn pilots of flocks of migrating birds and in techniques to make aircraft more visible to birds. Finally, wildlife biologists should increase efforts to reduce or disperse populations of these large birds in airport environments. For certain overabundant large species such as non-migratory Canada geese (*Branta Canadensis*), management programs may be needed to reduce populations regionally.

1 Einleitung

Vogelschläge sind ein gravierendes Problem für Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Nach Schätzungen CLEARY et al. (2002) kosteten Wildtierkollisionen (98% davon Vogelschlag) die Zivilluftfahrt in den USA zwischen 1990 und 2001 mehr als 400 Mio. \$ pro Jahr. ALLAN & OROSZ (2001) veranschlagten, dass durch Vogelschlag in den Jahren der Gewerblichen Luftfahrt mehr als 1,2 Mrd. \$ weltweit jährlich an Schaden entstanden sind. Zwischen 1990 und 2002

starben weltweit wenigstens 138 Menschen (THORPE 1996, 1998; RICHARDSON & WEST 2000; DOLBEER unveröffentl.)

Etwa 71% der Vogelschläge an Zivilflugzeugen ereignen sich unterhalb 500 ft (GND) bei Start und Landung (CLEARY et al. 2002). Daher ist die Durchsetzung kombinierter Arbeitsprogramme zur Reduzierung der Vogelpopulationen in der Umgebung von Flughäfen erforderlich, um Vogelschläge so gering wie möglich zu halten. Doch angesichts der Diversität und Mobilität der Vogelarten können Programme zur Bekämpfung von Vogelschlagrisiken an Flughäfen niemals sämtliche Vögel aus den Bereichen mit Flugzeugbewegungen fernhalten (DOLBEER 1999) und können außerhalb der Flughafenumgebung nun mal nichts zur Verhinderung von Vogelschlag tun. Eine zweite entscheidende Komponente zur Reduzierung vogelschlagbedingter Risiken und Unkosten ist daher die Entwicklung von Lufttüchtigkeitsnormen für Flugzeugzellen, Windschutzscheiben und Triebwerke, sowie auch der Schutzvorrichtungen wichtiger Flugzeugbauteile, wodurch erreicht wird, dass Flugzeuge nach Vogelschlag noch sicher weiter operieren können. Eine dritte Komponente ist die Begrenzung der Fluggeschwindigkeit auf 250 kn (288 mph) unterhalb 10.000 ft, sobald Vögel vorhanden sind (Code of Federal Regulations 2002).

Die Federal Aviation Administration (FAA) der USA hat Lufttüchtigkeitsnormen für Zellen und Windschutzscheiben von Verkehrsflugzeugen (> 19 Sitzplätze) entwickelt und dabei einen einzelnen Vogel von 4 lbs (1,82 kg) als maximale Masse verwendet, die getestet werden muss, außer den 8 lbs (3,64 kg) für das Leitwerk. Normen für Regionalverkehrsflugzeuge (10 bis 19 Sitzplätze) sind weniger verbindlich. Die für den Test von Turbinentriebwerken erforderliche Maximalmasse ist ein einzelner 4-lb-Vogel für die gegenwärtig genutzten Triebwerke. Ein Triebwerk muss nach dem Eindringen eines 4-lb-Vogels nicht unbedingt betriebsfähig bleiben und kann diesen Normen dennoch genügen. Stattdessen muss das Triebwerk aber den Schaden auffangen, darf kein Feuer fangen und muss abgeschaltet werden können. MACKINNON et al. (2001) bieten im Zusammenhang mit Vogelschlag eine mehr ins Einzelne gehende Diskussion der Lufttüchtigkeitsnormen.

Aggressive Programme von Seiten der Umweltschutz- und der Umweltnutzungsorganisationen im Laufe der letzten 30 Jahre (z.B. Schädlingsbekämpfungsmittel betreffende Regelungen, Erweiterung der Wildtierschutzgebiete, Feuchtlandrestaurierung) zugleich mit Veränderungen in der Landnutzung, haben in Nordamerika (DOLBEER 2000) und Europa (BUURMA 1998; ALLAN & FEARE 1998) eine dramatische Zunahme der Populationen vieler Wildtierarten zur Folge gehabt. Außerdem haben sich bestimmte Wildtierarten, die sich als Gefährdung der Luftfahrt erwiesen haben – wie z.B. die Kanadagans (CLEARY et al. 2000) städtischer Umgebung angepasst (SMITH et al. 1999) und erhöhen

dadurch die Gefahr von Wildtierkollisionen an Flughäfen erheblich. Wegen der Probleme, die die Luftfahrt mit den Populationen großer Vogelspezies hat (MACKINNON et al 2001, ESCHENFELDER 2001) hat eine gemeinsame FAA/JAA-Arbeitsgruppe (Federal Aviation Authority der USA / in Europa die Joint Aviation Authority) unter der Bezeichnung *Aviation Rulemaking Advisory Committee* (etwa: Beirat für Regelwerke der Luftfahrt) neue Normen vorgeschlagen, nach denen große Triebwerke künftig unter Beweis stellen müssen, dass sie nach dem Eindringen eines 8-lb-Vogels 20 min weiter laufen können. Schließlich sollte dieses Anwachsen der Populationen großer Vögel eine Rolle spielen bei Risikoanalysen im Zusammenhang mit Vorschlägen, für Flugzeuge des Gewerblichen Luftverkehrs beim Betrieb unterhalb 10.000 ft zur Förderung des Verkehrsflusses hohe Geschwindigkeiten (> 250 kn) zuzulassen (Code of Federal Regulations 2002, National Transportation Safety Board 1999).

Zur Klärung dieser Probleme wurde die Literatur über Vögel durchgesehen, um Anzahl, Schwarmmerkmale und Populationsstatus der in Nordamerika lebenden Vogelarten mit Körpermasse > 4 und > 8 lbs herauszufinden. Außerdem haben wir die gemeldete Anzahl von Einzelvogel- und Mehrfachvogelschlägen mit diesen Arten an Zivilflugzeugen in den USA (1990-2002) und die Schadensmerkmale bei diesen Kollisionen ermittelt. Schließlich haben wir die gemeldete Anzahl von Vogelschlägen in Höhen zwischen 1.000 und 10.000 und oberhalb 10.000 ft (GND) für sämtliche Vogelarten sowie für Arten > 4 lbs festgestellt. Es ist beabsichtigt, objektive Daten über Anzahl, Populations-trends, Schwarmverhalten, sowie über Vogelschlagcharakteristika bei diesen großen Vogelarten zu erhalten, um dadurch die Vorschriftenstellen, Techniker und Biologen bei der Entwicklung von Normen und Strategien zur Reduzierung der durch Vogelschlag entstehenden Kosten und Risiken beraten zu können.

2 Methoden

ALSOP (2001) war die hauptsächliche Quelle, um zunächst einmal aus den annähernd 650 in Nordamerika (USA, Kanada, Karibische Inseln) nistenden Vogelspezies solche mit einer durchschnittlichen Körpermasse von annähernd 4 lbs oder mehr herauszufinden. Diese Liste wurde durch Prüfung von Daten über Vogelkörpermassen nach DUNNING (1993) und anderen Quellen verbessert. Die in der endgültigen Liste enthaltenen Spezies hatten eine durchschnittliche Körpermasse von > 4 lbs bei wenigstens **einem** Geschlecht, oder – wenn Daten zum Geschlecht nicht vorlagen – eine durchschnittliche Körpermasse von > 4 lbs für „Geschlecht unbekannt“.

In verschiedenen anderen Quellen fanden sich Populationsdaten (d.h. Anzahl der Vögel und mittlere jährliche prozentuale Änderungen der Anzahl) für jede

Art. Die Populationen wurden als „zunehmend“ oder „abnehmend“ klassifiziert, wenn eine signifikante ($P < 0,05$) mittlere jährliche prozentuale Änderung für die untersuchten Jahre festgestellt wurde (im Allgemeinen 1966 bis 2001, z.T. auch 1970 bis 2001; SAUER et al. 2002; NATIONAL AUDUBON SOCIETY 2003a). Bei anderen Arten wurde die mittlere jährliche prozentuale Änderung unter Bezug auf ein Ausgangsjahr (frühestes Jahr: 1959 bis 1987, für das eine zuverlässige Populationsschätzung vorlag) und auf die jüngste Populationsschätzung 1995 bis 2002 (BELAND & DOLBEER 2003) berechnet.

Gestützt auf allgemeine Kenntnisse über die Arten sowie auch mit Bezug auf Diskussionen unter Ornithologen wurde das soziale Verhalten der einzelnen Arten im Zusammenhang mit Vogelschlag subjektiv klassifiziert als „intensive Schwarmtätigkeit“, „begrenzte Schwarmtätigkeit“ oder „überwiegend Einzelflug“. Zudem wurde jede einzelne Spezies als „Segler“ oder „Nicht Segler“ klassifiziert. Schließlich wurden die Anzahl und die Merkmale der gemeldeten Vogelschläge an Zivilflugzeugen in den USA, bei denen diese Arten beteiligt waren, für die Jahre 1990 bis 2002 herausgefunden (CLEARY et al. 2002; S. E. WRIGHT, US Department of Agriculture, unveröffentl.).

3 Ergebnisse

3.1. Anwachsen der Populationen großer Vögel

36 Spezies, etwa 6% der annähernd 650 in Nordamerika brütenden Arten hatten eine durchschnittliche Körpermasse > 4 lbs bei wenigstens **einem** Geschlecht. Von den 31 Spezies, bei denen ein Populationstrend eingeschätzt werden konnte, war bei 24 (77%) Zunahme erkennbar, 2 (6%) hatten Abnahme und 5 (16%) waren gleich bleibend. Bei allen 13 (100%) der 14 Arten mit Körpermasse > 8 lbs, bei denen der Populationstrend eingeschätzt werden konnte, gab es Populationswachstum.

3.2. Schwarmverhalten großer Vögel

Bei 24 (67%) der 36 Spezies wird intensives, bei 9 (25%) begrenztes, und lediglich bei 3 (8%) wird Einzelflug-Verhalten festgestellt, 5 (14%) der Arten gehören normalerweise zu den Seglern.

3.3. Gemeldete Vogelschläge mit großen Vögeln

Bei 21 der 36 Arten ergab sich, dass sie in den USA von 1990 bis 2002 bei insgesamt 1.234 gemeldeten Kollisionen mit Zivilflugzeugen registriert wurden. Außerdem gab es 561 gemeldete Kollisionen, bei denen Vögel mit > 4 lbs

beteiligt waren (d.h. Gänse, Geier, Adler, Pelikane, Schwäne, Kormorane, Albatrosse, Kraniche, Seetaucher), bei denen die Spezies nicht erkannt worden war. Von diesen 1.795 Meldungen über Kollisionen mit Vögeln > 4 lbs gab es bei 894 (60%) Schäden und bei 294 (16%) erhebliche Schäden am Flugzeug. Bei 538 (30%) der gemeldeten Kollisionen waren mehrere Vögel beteiligt. Vögel mit Körpermasse > 8 lbs waren in 1.205 Fällen beteiligt, von denen 615 (51%) Angaben über Schäden und 190 (15%) Angaben über erhebliche Schäden enthielten. Mehrere Vögel waren beteiligt bei 468 (39%) der Kollisionen mit Arten von > 8 lbs. Bei 16 (76%) der 21 getroffenen Spezies mit Körpermasse > 4 lbs war ein Anwachsen der Population erkennbar. Bei allen 9 (100%) der getroffenen Arten mit Körpermasse > 8 lbs wurde Populationszuwachs festgestellt. Bei 19 (90%) der 21 getroffenen Vögel wurde „intensives“ (14) oder „begrenztes“ (5) Schwarmverhalten festgestellt.

3.4. Gemeldete Vogelschläge mit großen Vögeln in Höhen > 1.000 ft (GND)

Von 1990 bis 2002 ereigneten sich 6.022 (19%) der 31.453 gemeldeten Kollisionen (bei denen die Höhe über Grund angegeben war), in Höhen > 1.000 ft (GND). Die Arten oder die Artengruppe waren nur in 1.299 (22%) dieser 6.022 Fälle erkannt worden. Da 427 (33%) der 1.299 identifizierten Vögel zu Arten mit einer Körpermasse von > 4 lbs gehörten, wird geschätzt, dass 1.559 (33%) der 4.723 unbekannt in Höhen > 1.000 ft (GND) getroffenen Vögel Arten mit Körpermasse von > 4 lbs waren. Daher wurde davon ausgegangen, dass bei insgesamt 1.986 gemeldeten Kollisionen in Höhen > 1.000 ft (GND) Vögel mit > 4 lbs beteiligt waren, und dass sich 1.963 dieser Kollisionen zwischen 1.001 und 10.000 ft (GND) ereignet haben. Erheblicher Schaden wurde bei 313 dieser Kollisionen oberhalb 1.000 ft festgestellt, wobei sich 95% (298) dieser Kollisionen mit erheblichen Schäden zwischen 1.001 und 10.000 ft ereigneten. Zum vertikalen 3.000 ft-Bereich zwischen 1.001 und 4.000 ft gehörten 75% der Kollisionen, die innerhalb der zwischen 1.001 und 10.000 ft liegenden 9.000 ft-Zone auftraten.

4 Diskussion

Bei den Populationen der meisten großen Vogelarten mit > 4lbs in Nordamerika, einschließlich mindestens der 13 von 14 Spezies mit Körpermasse > 8 lbs gab es in den vergangenen 20 bis 40 Jahren ein erhebliches Populationswachstum. Einige wenige dieser Arten, wie z.B. der Gelbschnabel-Eistaucher werden wahrscheinlich nicht mit Flugzeugen kollidieren. Andererseits sind viele dieser großen Arten, z.B. Kanadagänse, Truthahngeier, verschiedene Reiher-Arten, Weißkopfadler, Schneegänse, Braune Pelikane, Kraniche und Kormoran-Arten in den USA in den letzten 13 Jahren häufig mit Flugzeugen kollidiert. In vielen

Fällen waren bei diesen Kollisionen mehrere Vögel beteiligt, wobei erheblicher Schaden entstand. Es wurde ferner festgestellt, dass bei 57% der 45.341 in der FAA Wildlife Strike Database (1990-2002) enthaltenen Vogelschlagmeldungen die beteiligten Arten als „unbekannt“ registriert sind (CLEARY et al 2002). Ferner werden schätzungsweise 80% der Kollisionen mit Zivilflugzeugen in den USA gar nicht gemeldet (CLEARY et al. 2000). Daher sollte die Anzahl der gemeldeten Kollisionen größer > 4-lb-Arten als Anhaltspunkt dienen und nicht die tatsächliche Anzahl der Kollisionen wiedergeben. Zweifellos hat es bisher Vogelschläge mit Vögeln < 4 lbs gegeben (einschließlich einiger der 15 Arten, bei denen kein Vogelschlag registriert wurde), die entweder nicht oder als unbekannte Arten gemeldet wurden. Schließlich wurde festgestellt, dass ein Populationszuwachs großer Vögel nicht auf Nordamerika beschränkt ist. Bei Populationen großer Arten, wie Kormorane und Kanadagänse gab es in Europa im Laufe der letzten 10 Jahre eine dramatische Zunahme (BUURMA 1996; ALLAN & FEARE 1998).

Aus der vorgelegten Untersuchung geht deutlich hervor, dass die für Luftfahrt-dienstvorschriften zuständigen Stellen und Unternehmensgruppen die gegenwärtigen Lufttüchtigkeitsnormen im Hinblick auf die vogelschlagbezogenen Toleranzen überprüfen müssen. Viele Vorschriften sind seit den 70er Jahren, als noch die Populationen großer Vögel (> 4 lbs) viel kleiner waren, nicht wieder überarbeitet worden. Das besondere Problem dabei ist, dass bei den gegenwärtigen Normen für Verkehrsflugzeuge im Hinblick auf große Vögel (in den meisten Fällen sind 4 lbs das getestete Maximum) Kollisionen durch Mehrfachvogelschläge außer Acht gelassen wurden.

Die Daten für 1990 bis 2002 lassen außerdem erkennen, dass bei 30% der Kollisionen mit Vögeln > 4 lbs und 39% der Kollisionen mit Vögeln > 8 lbs mehrere Tiere beteiligt waren (BUDGEY & ALLAN 1999). Wenn aber die gegenwärtigen Triebwerksnormen im Hinblick auf große Vögel lediglich verlangen, dass Schäden aufgefangen werden müssen, und dass das Triebwerk noch abgeschaltet werden kann, so hat das schwerwiegende Folgen bei Mehrfachvogelschlägen mit mehreren Vögeln. Solch einen Vorfall gab es mit einer Boeing 707 (E 3 AWACS), die an der Air Force Base Elmendorf, Alaska, im Jahre 1995 nach dem Eindringen von Kanadagänsen in 2 Triebwerke beim Start abstürzte (CLEARY & DOLBEER 1999). Mehr als 80% der um das Jahr 2010 eingesetzten Verkehrsflugzeuge werden nur 2 Triebwerke haben (DOLBEER 2000). Obwohl das über den Rahmen dieser Veröffentlichung hinausgehen würde, wäre eine detaillierte Analyse der Daten aus der gegenwärtig verfügbaren Langzeit-Vogelschlagdatenbank (z.B. CLEARY et al. 2002) von großem Nutzen als objektive Entscheidungshilfe bei Festlegungen vogelschlagbezogener Lufttüchtigkeitsnormen für Verkehrsflugzeuge, Nahverkehrsflugzeuge und Flugzeuge der Allgemeinen Luftfahrt (z.B. MARTINDALE & REED 1998).

Obwohl als Antwort auf das Anwachsen der Populationen großer Schwarmflieger und großer Segler Überarbeitungen der Lufttüchtigkeitsnormen durchaus erforderlich wären, werden wohl zurzeit vorhandene unter den gegenwärtig gültigen 4-lb-Vogel-Normen zugelassene Flugzeuge und Triebwerke noch viele Jahre in Betrieb bleiben (ALGE 1999). Selbst wenn Normen überarbeitet und technische Verbesserungen vorgenommen werden, wird es außerdem unmöglich sein, Triebwerke und Flugzeugzellen für Kollisionen bei hoher Geschwindigkeit mit Vögeln großer Masse oder Schwärmen kleiner Vögel vollkommen vogelschlagsicher („bird-proof“) zu machen. Dazu ein Beispiel: ein von einem Verkehrsflugzeug bei 150 kn getroffener 4-lb-Vogel verursacht eine Aufschlagkraft von etwa 14.000 lbs, während dasselbe Flugzeug bei Kollisionen mit demselben Vogel bei 250 und 350 kn eine Aufschlagkraft von etwa 38.000 und 74.000 lbs erzeugt (MACKINNON et al. 2001). Eine Kollision mit einem 15-lb-Vogel bei diesen jeweiligen Geschwindigkeiten erzeugt Kräfte von 20.000, 52.000 und 111.700 lbs. Wenn die Konstruktion von Flugzeugzellen und Triebwerken nicht geändert werden kann, muss also offensichtlich die Betriebsweise der Flugzeuge verändert werden.

Vorschläge, für gewerbliche Flugzeuge unterhalb 10.000 ft (GND) den Betrieb bei hoher Geschwindigkeit zuzulassen, um dadurch den Luftverkehr flüssig zu gestalten (NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD 1999) sollten angesichts der nachgewiesenen Zunahme der Populationen der Vögel mit großer Masse sowie der erheblichen Anzahl von Kollisionen, die sich zwischen 1.000 und 10.000 ft ereignen, erneut überdacht werden. Seit 1990 wurden in den USA 5.792 Kollisionen mit Zivilflugzeugen gemeldet, von denen schätzungsweise in 1.963 Fällen Vögel mit > 4lbs beteiligt waren und wenigstens in 101 Fällen erheblicher Schaden am Flugzeug entstand. Wegen des elementaren Zusammenhangs zwischen Energie (e), Masse (m) und Geschwindigkeit (v) in der Gleichung $e = 1/2 mv^2$ ist also bei der Bestimmung der auf das Flugzeug durch Vogelschlag einwirkenden Energie die Flugzeuggeschwindigkeit sogar noch wichtiger als die Vogelmasse. Zum Beispiel: eine 20%ige Zunahme der Vogelmasse ergibt eine 20%ige Zunahme der Aufschlagenergie, während eine 20%ige Zunahme der Flugzeuggeschwindigkeit (z.B. von 250 auf 300 kn) eine 44%ige Zunahme der übertragenen Energie bewirkt. Ein Vorfall, bei dem eine Boeing 727 in 6.000 ft Höhe beim Abflug in Houston, Texas, im Januar 1989 bei hoher Geschwindigkeit (280 kn) nach Kollision mit 3 bis 5 Schneegänsen stark beschädigt wurde, hat die Gefahr für Flugzeuge bestätigt, die durch Kollision mit Vögeln großer Masse bei hoher Geschwindigkeit entsteht (CLEARY & DOLBEER 1990).

Eine weitere denkbare Möglichkeit, Kollisionen mit Vögeln großer Masse zu reduzieren, ist die Verstärkung der vom Flugzeug ausgesandten, für Vögel wahrnehmbaren Signale (z.B. Licht bestimmter Frequenzen oder Wellenlän-

gen). Frühere Forschungen haben gezeigt, dass Vögel weniger in der Lage sind, ruhigere, moderne Düsenflugzeuge zu meiden, als ältere, lautstärkere Chapter-2-Flugzeuge (BURGER 1983, KELLY et al. 1999). Bei ruhigeren heute eingesetzten Flugzeugen (Triebwerke nach Chapter 2 werden um 2005 aus dem Verkehr gezogen sein) ist eine neue Technik erforderlich, um die Wahrnehmbarkeit der Flugzeuge durch Vögel zu verbessern. Die Erforschung des Reaktionsverhaltens der Vögel auf herannahende Flugzeuge (KELLY et al. 1999) und des Sehvermögens der Vögel (BLACKWELL 2002) sollte wohl zu praktischen Methoden für die Verbesserung der Möglichkeiten führen, dass Vögel Flugzeuge meiden. Schließlich ist es dringend geboten, dass von den für die Vorschriften in der Luftfahrt zuständigen Stellen für die Programme der Vogelschlagbekämpfung an Flughäfen weltweit strenge Normen entwickelt und eingehalten werden, in denen die Bedrohung durch Vögel und die Notwendigkeit, deren Präsenz in der Flughafenumgebung auf einem Minimum zu halten (CLEARY & DOLBEER 1999; DOLBEER et al 2001), besonders hervorgehoben wird. Von biologischen Fachkräften durchgeführte energische, konsequente Arbeitsprogramme an Flughäfen sind bei der Reduzierung von Vogelschlag bisher erfolgreich gewesen (z.B. DOLBEER 1999). Bei bestimmten, übermäßig vertretenen großen Spezies wie z.B. Kanadagänse als Standvögel, sind sicherlich Arbeitsprogramme erforderlich, um die Populationen in einzelnen Gebieten zu reduzieren (COOPER & KEEFE 1997). Hinzu kommt, dass die Aufstellung von Radarsystemen zur Erfassung der Vögel mit dem Ziel, die Piloten und die Flugverkehrskontrolle zu warnen, sich auch zur Vermeidung von Kollisionen mit Schwärmen großer Vögel insbesondere während der Zugzeit als nützlich erweisen kann (KELLY et al. 2001; BLOKPOEL & MACKINNON 2001).

5 Literatur

Das umfangreiche Literaturverzeichnis kann der Originalveröffentlichung entnommen bzw. beim DAVVL angefordert werden; es wurde hier aus Platzgründen nicht abgedruckt.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Richard Dolbeer
US Dept. of Agriculture
Wildlife Services
6100 Columbia Avenue
Sandusky, Ohio 44870 USA

Capt. Paul Eschenfelder
Air Line Pilots Association
16326 Cranwood
Spring, Texas 77379 USA