

DIE VERTEILUNG DER VOGELGEWICHTE BEI VOGELSCHLÄGEN IM TIEFFLUG

(Birdweight Distribution of Low-Level Birdstrikes)

von JEFFREY J. SHORT, Wright-Patterson/USA

(Aus dem Englischen übertragen von J. Becker und J. Hild)

Zusammenfassung: Unter Zuhilfenahme des sog. "Bird Avoidance Modells" (=BAM) wird das Vogelschlagrisiko in einem bestimmten Luftraum aufgrund von Daten über Vogelpopulationen berechnet. Änderung von Flughöhe, Flugzeit und Flugraum können zur Vogelschlagminderung führen. Das Vorhersagen von Vogelschlägen ist wichtig für die Entwicklung von Flugzeugteilen und -systemen. Der 4-Pfund-Vogel dient üblicherweise als Standardwert für die Bauteile eines Flugzeuges, seine Cockpitscheiben und Triebwerke. Der 95 %-Bereich der Vogelschlagfestigkeit wird jedoch erst durch einen Vogel von nahezu 8 Pfund Gewicht abgedeckt. Die Gesamtverteilung der Low Level-Vogelschläge einiger Luftfahrzeuge und die sich daraus ergebenden Folgerungen werden diskutiert.

Summary: Estimating birdstrike risk from bird population data known for a block of airspace is the method used by the USAF Bird Avoidance Model (BAM). Birdstrikes can be avoided by changing the altitude, timing or location of a low-level flight. Predicting birdstrikes is important to the development of aircraft components and systems. The 4-pound bird is usually considered the design standard for the aircraft structures and transparency systems as well as the engines. The 95 % intercept is approximately 8-pounds. The cumulative distribution frequency of low-level birdstrikes of some aircraft as well as technical consequences are discussed.

1. Grundlagen

Über 20 % aller Vogelschläge der US-Luftwaffe ereignen sich in niedrigen Höhen und bei hohen Geschwindigkeiten. Diese Low-Level-Vogelschläge sind im allgemeinen die gefährlichsten hinsichtlich Schadensausmaß und Verlust von Besatzungen. Seit 1980 hat die US-Luftwaffe fünf Flugzeuge und sieben Besatzungsmitglieder durch Vogelschlag bei Low-Level- und Schießplatz-Einsätzen verloren. Im gleichen Zeitraum verursachten diese Vogelschläge einen Schaden von 250 Millionen US \$

Das sog. "Bird Avoidance Model" (BAM) der US-Luftwaffe bewertet das Vogelschlagrisiko in einem bestimmten Luftraum aufgrund von Daten über Vogelpopulationen. Da das Vogelschlagrisiko von der Zahl der Vögel in dem durchflogenen Luftraum abhängt, kann die erwartete Vogelschlagrate leicht berechnet werden. Vogelschläge können vermieden werden durch Änderung der Flughöhe, zeitliche Veränderung oder räumliche Verlegung des Tieffluges. Darüber hinaus wirken sich auch eine bessere Flugstrecken- und -zeitenplanung positiv für die Vogelschlagverhütung aus. Jedoch ist die Sammlung der Vogelzahldaten für das vorgenannte Modell sehr zeitaufwendig und oftmals für abgelegene Gebiete, in denen die Low-Level-Einsätze geflogen werden, nicht durchführbar.

Das Vorhersagen von Vogelschlägen ist wichtig für die Entwicklung von Flugzeugteilen und -systemen, die den gewaltigen, bei einem Vogelschlag auftretenden Kräften widerstehen können. Zwischenfalldaten bilden bezeichnenderweise die Grundlage für die Bestimmung der erwarteten Anzahl von Vogelschlägen bei einem neuen Flugzeugmuster oder einem älteren Modell, das ein neues Einsatzprofil fliegen soll, z.B. bei Umstellung der F-15 von einem Luftverteidigungsauftrag auf einen "Close Air Support". Ist die erwartete Vogelschlagzahl berechnet, wird die Wahrscheinlichkeit eines Schadens aus der Festigkeit der untersuchten Einzelteile sowie der wahrscheinlichen Verteilung der Vogelgewichte bestimmt. BERENS et al. (1989) bieten dafür ein ausgezeichnetes Modell an.

Falls hinreichend Vogelgewichtsdaten für Flugzeugtyp und Einsatz verfügbar sind, kann eine spezielle Verteilung der Vogelgewichte entwickelt werden. Die Verteilung der Vogelgewichte bis 4 Pfund repräsentiert nahezu 95 % aller vor 1970 gemeldeten Vogelschläge, die von den Behörden erfaßt wurden. Anschließende Untersuchungen auf der Grundlage von Vogelschlagdaten bis 1981 zeigen die gleiche Verteilung (Abb. 1). Der 4-Pfund (\approx 1,8 kg)-Vogel dient üblicherweise als Standardwert für die Bauteile eines Flugzeuges und seine Cockpitscheiben. Obwohl Flugzeugtriebwerke so ausgelegt sind, daß sie nach Mehrfachtreffen von kleineren Vögeln weiterlaufen bleibt der 4-Pfund Vogel der Standardwert für die Vogelschlagfestigkeit.

2. Zielsetzung

Das Ziel dieser Studie ist eine erneute Abschätzung der Verteilung von Vogelgewichten bei Vogelschlägen im Tiefflug. Dem Vogelschlag-Team (Bird-Aircraft Strike Hazard - BASH-Team) der USAF steht eine Datenbank zur Verfügung, die Vogelschläge mit und ohne Schaden aufweist, insgesamt 21.647 Zwischenfälle aus der Zeit von 1975-1989. Das BASH-Team hat Daten über ca. 4.500 Low-Level- Vogelschläge meist aus der Zeit nach 1982 in seiner Datenbank. Bei mehr als 711 Zwischenfällen konnten die Vogelarten eindeutig identifiziert werden. Zusätzliche Angaben über Zwischenfallort, Flughöhe, Fluggeschwindigkeit und Schaden sind ebenfalls für eine große Zahl dieser Vogelschläge verfügbar. Die auf diesen Daten basierende Analyse kann dazu beitragen, das Wissen um die Vogelschlaggefahr auf den neusten Stand zu bringen und Hinweise dafür geben, wo die Bemühungen um die "Vogelschlagfestigkeit" liegen müssen.

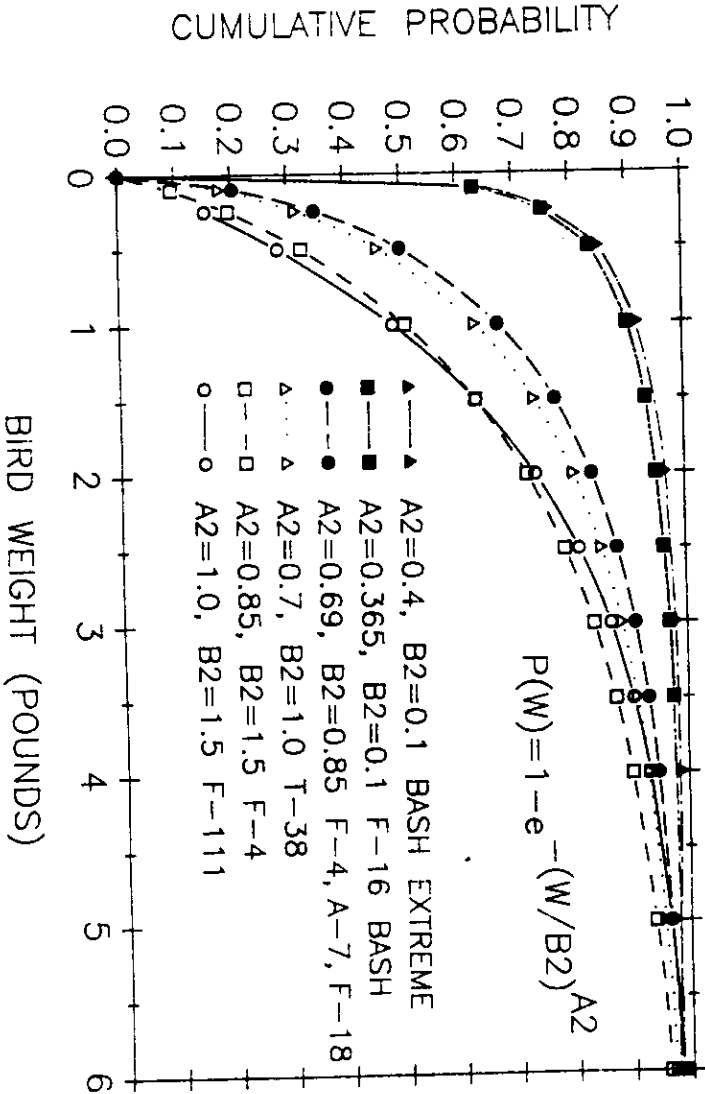


Abb.1 : Verteilung der Vogelgewichte auf die verschiedenen Lfz-Typen in historischer Sicht.

3. Methoden

Die "identifizierten" Low-Level-Vogelschläge wurden benutzt, um eine Gesamtverteilung der Vogelschläge bei Low-Level-Einsätzen zu gewinnen. Das maximale Vogelgewicht wurde für jeden Vogelschlag aus den Durchschnittsgewichten von BROUGH (1983) und DUNNING (1984), berechnet. Wenn bekannt, wurden die Gewichte von Unterarten und Geschlechtern berücksichtigt. Vogelschläge bei Einsätzen auf Schießplätzen wurden nicht einbezogen. Die Häufigkeitsverteilung der Tiefflug-Vogelschläge wurde für verschiedene Flugzeugtypen und Einsätze berechnet. Eine beschreibende Statistik wurde auch für die Low-Level-Vogelschlagdaten der Jahre 1982-1989 erstellt. Die Luftfahrzeuge B-52 und F-4 wurden verglichen, da sie eine lange Low-Level-Tradition haben, zweitens verschiedene Einsatzprofile aufweisen und drittens während ihrer Einsatzzeiten eine hohe Anzahl von Vogelschlägen hatten.

4. Diskussion der Ergebnisse

Die Gesamtverteilung (Cumulative distribution frequency = CDF) der Low-Level-Vogelschläge aller Luftfahrzeugtypen (Abb. 2), bei denen die Vogelart identifiziert werden konnte, tendiert zu höheren Vogelgewichten als dem "4-Pfund-Vogel", der normalerweise bei der Flugzeugauslegung als Grundlage für seine Vogelschlagtoleranz herangezogen wird. Der 95 % Bereich wird erst durch einen Vogel von nahezu 8 Pfund (3,6 kg) Gewicht abgedeckt.

Ein Vergleich der Abb. 3 und 4 für die F-4 (einschl. RF-4) und B-52, die zusammen 50 % der Low-Level-Vogelschläge aufzuweisen haben, zeigt, daß die Unterschiedlichkeit im Verteilungsmuster primär durch die Bombereinsätze bedingt ist. Das deutet darauf hin, daß das Kriterium des "4-Pfund-Vogels" für einen "Fighter"-Einsatz noch gültig ist, daß aber bei Bombereinsätzen bezeichnenderweise Kollisionen mit größeren Vögeln erfolgen. Die CDFs für andere Flugzeugtypen (A-10, A-7, F-16, F-15 und C-130) sind der F-4 ähnlich; sie werden hier aber nicht wiedergegeben, da sie alle auf weniger als 100 Vogelschlagmeldungen basieren. Es sind weitere Analysen geplant, die die Verteilung der Vogelgewichte hinsichtlich bestimmter Flugzeugtypen und Zwischenfallorte verdeutlichen sollen. Diese Verteilung in Richtung ansteigender Vogelgewichte könnte künstlich dadurch zustande gekommen sein, daß durch große Vögel verursachte Vogelschläge mit Schaden eher gemeldet werden als solche mit Kleinvögeln, die keinen nennenswerten Schaden verursachten. Das Gegenteil mag der Fall gewesen sein für die früheren Gewichtsverteilungen (Abb. 1), die vermutlich einen unverhältnismäßig hohen Anteil von Kleinvögeln aufwiesen, obwohl diese kaum einen wesentlichen Sicherheitsfaktor für Low-Level-Flüge darstellen. Im allgemeinen pflegen kleine Vögel (< 0,5 kg) tagsüber relativ nahe am Boden zu bleiben, es sei denn, sie befinden sich auf dem Zug. Während dieser Periode können sie dann allerdings durchaus zu einem Flugsicherheitsfaktor werden. Große Vögel wie Möwen, Greifvögel, Entenvögel und einige Küstenvögel fliegen häufiger in größeren Höhen zu ihren Futterplätzen; dabei kreuzen sie oft die Low-Level-Strecken der Luftfahrzeuge.

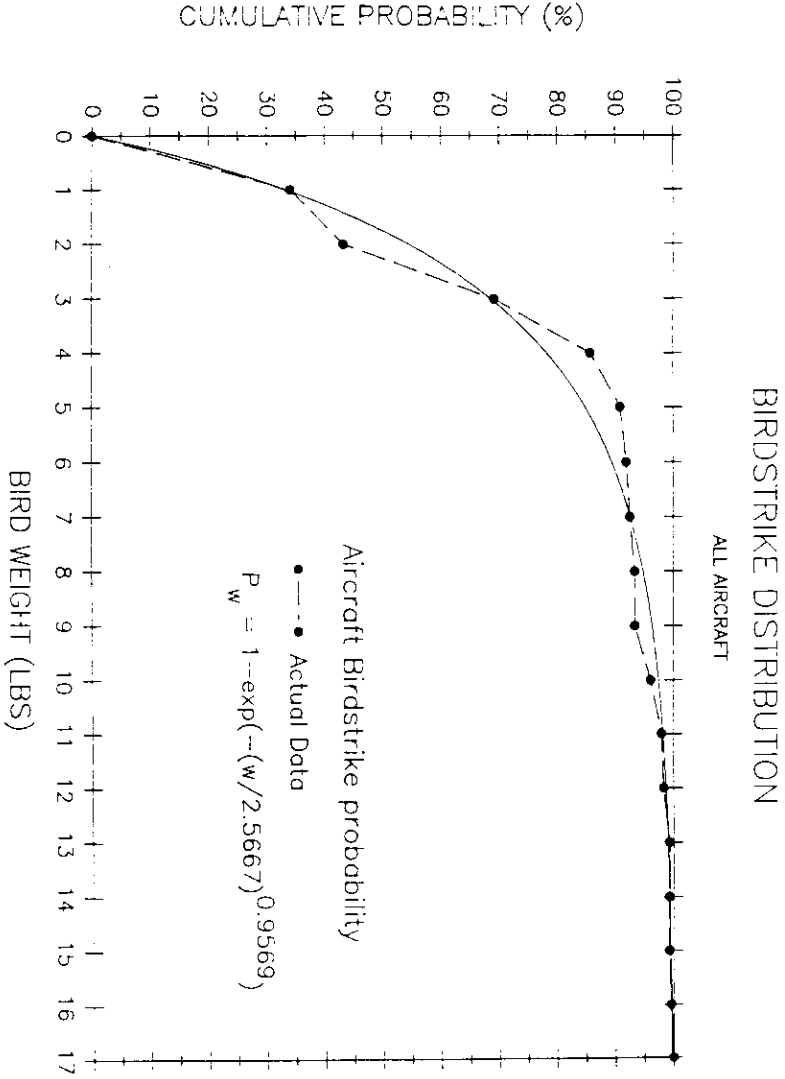


Abb.2 : Der wahrscheinliche prozentuale Anteil der verschiedenen Vogelwichte an Vogelschlägen aller Lfz-Muster.

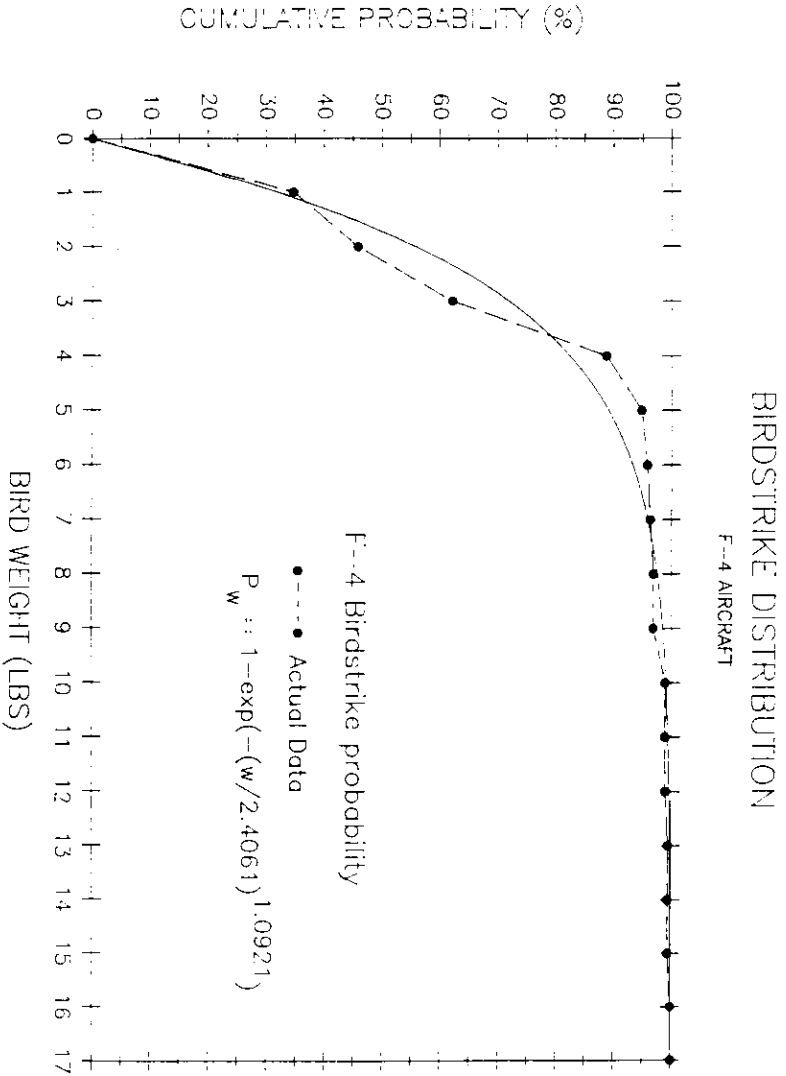


Abb.3: Wahrscheinliche Verteilung der Vogelgewichte bei Vogelschlägen der F-4.

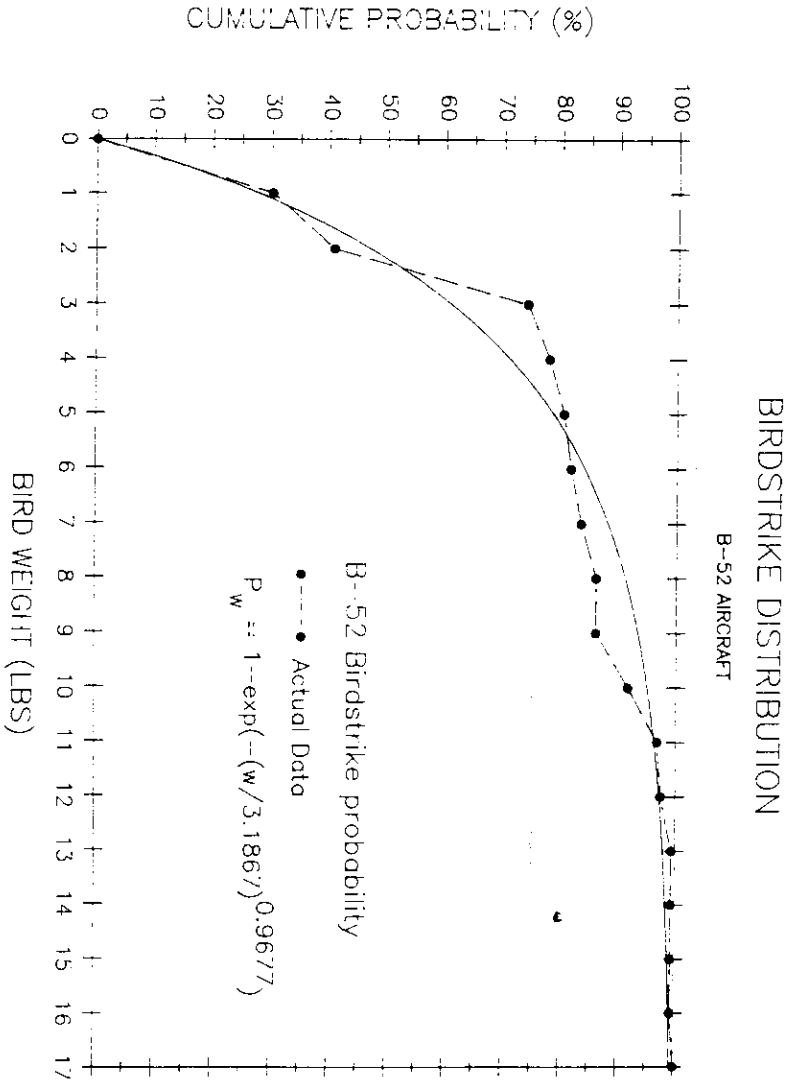


Abb.4: Wahrscheinliche Verteilung der Vogelgewichte bei Vogelschlägen der B-52.

Die monatliche Verteilung der Low-Level-Vogelschläge (Tabelle 1) zeigt die üblichen Maxima im Frühjahr und Herbst, die weltweit für alle Flugzeugtypen und Einsatzverfahren gelten. Die Verteilung der Vogelschläge bei der F-4 zeigt eine relativ konstante monatliche Vogelschlagrate das ganze Jahr über, während bei der B-52 die Vogelschläge während der Frühjahrs- und Herbstzugmonate deutlich ansteigen. Das erklärt sich aus der Tatsache, daß die Low-Level-Strecken der B 52 im allgemeinen wesentlich länger sind, mit geringerer Geschwindigkeit geflogen werden und deshalb die Maschinen insgesamt einen längeren Zeitraum den Vögeln ausgesetzt sind. Außerdem werden diese Einsätze ganzjährig auch nachts geflogen, wodurch Kollisionen mit ziehenden Vögeln jeder Größe möglich sind.

Tabelle 1: Monatliche Verteilung der Low-Level-Vogelschläge 1982-1989 in %. 1) - Identifizierte Vogelschläge 1975-1989.

Flugzeugtyp Anzahl Vogelschläge	F-4 1588	B-52 1557	Alle Typen 4494	Identifizierte ¹⁾ 711
Januar	5	3	4	5
Februar	5	5	4	5
März	6	7	7	10
April	9	11	9	11
Mai	9	17	11	10
Juni	9	6	7	6
Juli	9	6	8	7
August	10	9	10	7
September	8	9	12	9
Oktober	15	14	15	14
November	9	6	8	10
Dezember	6	7	6	5

Eine Umfrage hinsichtlich der Tageszeit von Low-Level-Vogelschlägen ergab, daß es bei der B-52 zu einer mehr oder weniger gleichmäßigen Verteilung über 24 Stunden kam, daß sich aber ein deutlicher Anstieg der Vogelschläge in der ersten Stunde nach Mitternacht ergab. Das entspricht auch der Zeit höchster Zugaktivität. Bei der F-4 lagen Maxima zwischen 0900 und 1600 sowie 2000 und 2100 Uhr. Über 64 % der identifizierten F-4-Vogelschläge erfolgten mit Truthahn-Geiern (*Cathartes aura*), während an Vogelschlägen mit den B-52 in hohem Maße ziehende Großvögel (über 3,4 kg) wie Gänse und Kraniche in beteiligt waren.

Als Daumenregel gilt: Flugzeuge, die auf Low-Level-Strecken fliegen, verbringen etwa ein Drittel ihrer Flugzeit im Low-Level-Einsatz. Bei der B-52 jedoch ereignete sich die Mehrzahl der Vogelschläge (55,5 %) während des Low-Levels. Über die Hälfte aller Low-Level-Vogelschläge ereignen sich unter 500 ft (AGL), wie in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Höhenverteilung der Low-Level-Vogelschläge 1982-1989 in %. 1) - Periode 1975-1989, 2) - Anzahl der Vogelschläge mit Höhenangabe.

Flugzeugtyp	F-4	B-52	Alle Typen	Identifiziert ¹⁾
N ²⁾	1226	1249	4049	570
0 - 500 ft	68	47	56	52
501 - 1000 ft	15	32	28	34
1001 - 1500 ft	7	5	7	6
1501 - 2000 ft	4	10	5	4
2001 - 2500 ft	1	2	1	2
2501 - 3000 ft	2	2	2	1
über - 3000 ft	3	3	2	<1

5. Folgerungen

Falls die neue Bombergeneration dieselben Einsätze fliegt wie die B-52, wird sie zwangsläufig die gleichen Vogelschlagprobleme aufweisen. Dies könnte bedeutende Auswirkungen für die Konstruktionskriterien vogelschlagtoleranter Luftfahrzeuge haben aber auch für die Entwicklung von Maßnahmen zur Vogelschlagverhütung. Obwohl die gegenwärtigen Konstruktionskriterien für Kampfflugzeuge einen ausreichenden Sicherheitsspielraum vorsehen, müssen künftige Entwicklungen neu abgeschätzt werden. Das "4-Pfund-Vogel-Kriterium" dürfte in Zukunft nicht mehr ausreichend für Bombereinsätze auf Strecken und in Zeiten sein, in denen mit größeren Vögeln gerechnet werden muß. Es sind daher weitere Analysen geplant, um zu prüfen, inwieweit Vogelschlagverhütung und Vogelschlagtoleranz einander ergänzen können.

6. Literatur

BERENS, A.P., B.S. WEST und D.R. BOWMAN (1989):
A Probabilistic Model for Evaluating Birdstrike Threat to Aircraft Crew Enclosures. UDR-TR-89-92. University of Dayton Research Institute, Dayton/Ohio: 43 p.

BOWMAN, D.R. (1989):
Birdstrike Probability Program User's Manual. Flight Dynamics Laboratory, Wright Research and Development Center, Air Force Systems Command, Wright-Patterson AFB, Ohio, Technical Report, WRDC-TR-89-3112.

BROUGHT, T. (1983):
Average Weights of Birds. Aviation Bird Unit, Worplesdon Laboratory, Ministry of Agriculture,
Fisheries and Food. 133 p.

DUNNING, J.B. (1984):
Body Weights of 686 Species of North American Birds. Western Bird Banding Association,
Monograph No. 1. Eldon Publishing; Cave Creek, Arizona: 38 p.

Anschrift des Verfassers:

Major Jeffrey J. Short
USAFR WRDC/FIVR

Wright-Patterson AFB, OH 45433/USA

