

VOGELSCHLAGGEFAHR FÜR HUBSCHRAUBER

(Bird Strike Hazards to Helicopters)

von L.S. BUURMA und A. DEKKER, Den Haag

(Aus dem Englischen übertragen von W. aufm Kampe)

Zusammenfassung: Innerhalb des europäischen Rotorkraftforums sind in letzter Zeit Zusammenstöße zwischen Hubschraubern und Vögeln in Zusammenhang mit den gemeinsamen europäischen Lufttauglichkeitsanforderungen (JAR 27 u. JAR 29) diskutiert worden. Dies hat dazu geführt, daß die RNLAf ihre Alouette-III- und Bölkow-105-Vogelschlagstatistiken bezüglich ihrer Flugstunden und des Gewichts der beteiligten Vögel analysiert hat. Die überraschend hohen Verhältniszahlen im Vergleich zur bisher verwendeten zivilen Statistik regten dazu an, in der neu angelegten Europäischen Militärischen Vogelschlagdatenbank nachzuforschen und nach der Erfahrung der NATO-Partner zu fragen. Es wurde eine Gesamtrate von 5,4 Vogelschlägen pro 10.000 Flugstunden für 10 Hubschraubertypen (N = 1471) festgestellt, einschließlich 7-29% Schadensfälle. Die Wahrscheinlichkeit für schwere Unfälle wird auf größer als 10^{-6} geschätzt. Unterschiedliche Hubschraubertypen wiesen durchgehend unterschiedliche Zahlenangaben auf. Erklärungen für diese Unterschiede werden zur Diskussion gestellt. Die empirischen quantitativen Daten werden möglicherweise die Entscheidungsfindung innerhalb der Hubschrauber-Lufttauglichkeits-Untersuchungsgruppe beeinflussen.

Summary: Within the European Rotorcraft Forum collisions between helicopters and birds have recently been discussed in relation to joint european airworthiness requirements (JAR 27 and JAR 29). This has triggered the RNLAf to analyse her Alouette-III and Bölkow-105 bird strike statistics with respect of flying hours and the weight of the birds concerned. The surprisingly high ratios, compared to civil statistics used so far, stimulated to explore the newly formed European Military Bird Strike Database and to ask for experiences of NATO partners. An over-all rate of 5.4 bird strikes per 10.000 flying hours for 10 helicopter types (N=1471) was found, including 7-29 % damage cases. The chance of serious accidents is estimated to be higher than 10^{-6} . Different helicopter types showed persistently differing figures. Explanations for these differences are put into question. The empirical quantitative data

may affect the decision making within the Helicopter Airworthiness Study Group.

1. Einleitung

Es wird allgemein nicht angenommen, daß es zu katastrophalen Hubschrauberunfällen aufgrund von Vogelschlägen kommt, da solche Unfälle bisher nicht beschrieben wurden (obwohl mindestens 2 Fälle diskutiert wurden). Dennoch gibt es zahlreiche Zusammenstöße zwischen Hubschraubern und Vögeln, und militärische Statistiken zeigen eine recht hohe Häufigkeit von Vogelschlägen mit geringerem Schaden, meist zerbrochene Scheiben aber manchmal auch Rotorblattverformungen und Schäden am Luftsaugstutzen, die gefährvolle Situationen verursachen.

Neuerliche Diskussionen über die gemeinsamen europäischen Lufttauglichkeitsanforderungen (JAR 27 u. JAR 29) bezüglich der Widerstandsfähigkeit von Hubschraubern gegenüber Vogelschlägen haben uns veranlaßt, die RNLAF-Datenbank nach Zusammenstößen zwischen Vögeln und Alouette-III sowie Bölkow-105 Hubschraubern zu befragen. Anschließend prüften wir die kürzlich erstellte "Europäische Datenbank für Militärische Vogelschläge" (DEKKER, A. & L.S. BUURMA, 1990) und befragten unsere britischen und deutschen Kollegen nach zusätzlichen Informationen.

Ziel dieses Berichtes ist es, quantitative Daten über Vogelschlagraten pro Vogelgewichts-kategorie als Referenz für die Hubschrauber-Lufttauglichkeits-Untersuchungsgruppe HASG bereitzustellen. Eine der letzten Sitzungen des europäischen Rotorkraftforums hat den Bedarf an solchen Daten bei der Festlegung von Vergleichsmaßstäben für künftige Hubschrauber herausgestellt. Auch steht die Koordinierung mit den Partnern in den USA auf dem Spiel. Über Hubschrauber-Vogelschlagraten ist bisher noch nicht in diesen Einzelheiten berichtet worden.

2. Vogelschlagzahlen: Verfügbarkeit und Verlässlichkeit

Vogelschlagstatistiken können unzuverlässig sein. Erstens kann es zu einer falschen Gewichtung aufgrund von unzureichenden und widersprüchlichen Berichten kommen, und zweitens gibt es den statistischen Effekt der kleinen Zahlen. Das Verständnis kann zuverlässig verbessert werden durch die Pflicht zur Dokumentation und der sorgfältigen Analyse über viele Jahre. Alternativ dazu könnte die Vogelschlagenerfahrung einer großen Hubschrauberflotte über einen kürzeren Zeitraum erfaßt werden, aber dann könnte die Häufung von Zusammenstößen verschiedener Hubschraubertypen mit Vögeln in unterschiedlichen geographischen Räumen die Analyse behindern.

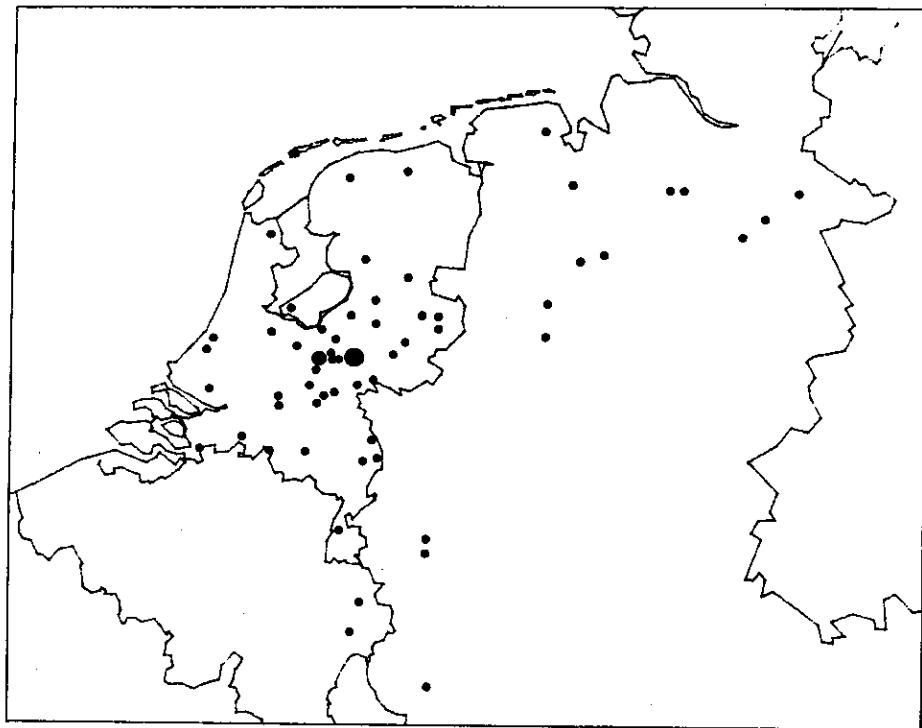


Abb. 1: Geographische Verteilung der Vogelschläge mit Hubschraubern der Königlich-Niederländischen Luftwaffe 1982 - 1990 (N = 91, unbekannter Ort = 16).

2.1. RNLAf-Daten

Die holländische Hubschrauberflotte ist klein aber einheitlich, da sie aus nur zwei Typen besteht, die während des letzten Jahrzehnts bezüglich der Zahl der Flugstunden und des Operationsgebietes nach einheitlichem Muster geflogen wurden. In Abb. 1 ist die geographische Verteilung der holländischen Hubschraubervogelschläge über 9 Jahre dargestellt. Das Muster scheint überraschend gleichmäßig zu sein und nicht bestimmte Vogelkonzentrationsgebiete widerzuspiegeln. Tatsächlich gibt die Karte nahezu ideal die Gebiete der Hubschrauberoperationen und die Dichte der Hubschrauberflüge wieder. Die beiden "Mehrfachvogelschlagpunkte" sind die Luftwaffenstützpunkte Soesterberg und Deelen, wo die Mehrzahl der Flüge beginnt und endet und wo lokale (Übungs-) Flüge durchgeführt werden.

Abb. 2 zeigt die Vogelschlagrate pro 10.000 Flugstunden von 1977 bis einschließlich 1990 für beide Hubschraubertypen.

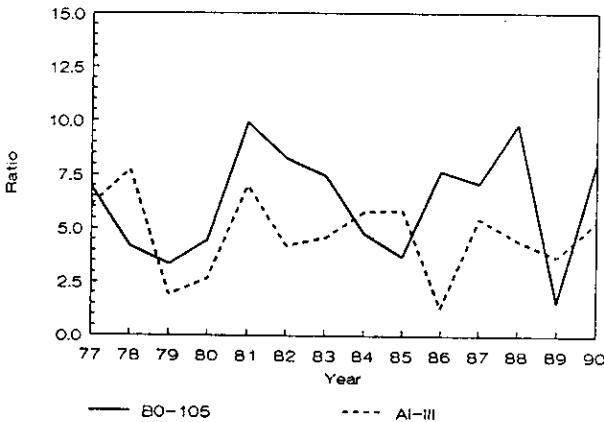


Abb.2: Vogelschlagrate niederländischer Hubschrauber (Vogelschläge pro 10.000 Flugstunden)

Die jährliche Anzahl der Flugstunden schwankt zwischen 13.156 und 17.316 für die Alouette-III und zwischen 5.916 und 8.453 für die Bölkow-105. Bei der ziemlich niedrigen Zahl von 167 Vogelschlägen während dieser 14 Jahre sind die Verhältnisse überraschend stabil. Wir konnten weder eine Korrelation in den Schwankungen zwischen den beiden Typen, noch eine signifikante Beziehung mit Indices für die Vogelpopulation finden. Also nehmen wir an, daß die Schwankungen das statistische Rauschen darstellen. Es kann auch kein Langzeittrend erkannt werden. Die räumlichen und zeitlichen Muster deuten auf einen guten Berichtsstandard innerhalb der RNLAf hin, wie er auch in früheren Jagdflugzeuganalysen, (BUURMA, L.S., 1983/1984) festgestellt wurde. Also schließen wir, daß der Datensatz geeignet ist zur Berechnung einer zuverlässigen mittleren Verhältniszahl für die gesamte Anzahl von Vogelschlägen, als auch für die Vogelschläge, die zu einem Schaden an den Hubschraubern führten.

Table 1: Vogelschlagraten niederländischer Hubschrauber während der Jahre 1977-1990.

	AL-III	Bo-105
Gesamtflugstunden 1977-1990	219.937	100.494
Gesamtrate pro 10.000 Flugstunden	4.73	6.27
Rate der Vogelschläge mit Schaden	1.23	0.70

Das ermittelte Verhältnis, das um mehr als einen Faktor 5 von dem in der HASG diskutierten abweicht (JAMES, 1991), und der hohe Anteil von Vogelschlägen ohne Schäden verpflichtete uns, die RNLAf-Daten mit den sehr viel größeren aber weniger dokumentierten Datensätzen der RAF und GAF zu vergleichen.

Eine Überprüfung hinsichtlich der Schadensprozente könnte auf eine Vergleichbarkeit hinweisen und damit auf die Möglichkeit, die geringen Daten über Vogelgewichte zu kombinieren.

2.2 Europäische Datenbank für Militärische Vogelschläge

Bisher haben nur die Beiträge der GAF, RAF und RNLAf zu der Datenbank das Kriterium von mindestens 10 Vogelschlägen pro Hubschraubertyp erfüllt. Diese Beiträge sind sehr substantiell und werden in Tab. 2 zusammen mit einigen Charakteristiken der betroffenen

Hubschraubertypen aufgelistet. Die Spalte prozentuale Schäden zeigt, daß alle Hubschrauber entweder zu einer Gruppe von 7-9 % oder 20-29 % gehören, unabhängig von der jeweiligen Luftwaffe. Darüber hinaus zeigen die Bölkow's und Alouette's der GAF und RNLAf jeweils fast die gleichen Schadensanteile. Der allgemeine Schluß muß sein, daß der Berichtsstandard dieser drei Luftwaffen sehr ähnlich ist. Die Vergleichbarkeit des Berichtswesens gibt auch Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Angaben aller drei Luftwaffen bezüglich der Berechnung der Vogelschlagrate pro 10.000 Flugstunden (letzte Spalte in Tab. 2). Ein Beweis für die Vergleichbarkeit kann in den Verhältnissen für die Bo-105 (GAF 7.1 und RNLAf 6.3) gesehen werden. Auch liegen die beiden Alouette-Typen sehr dicht beieinander. Das Gesamtverhältnis ist 5.4 für militärische Hubschrauber-Vogelschläge mit und ohne Schaden.

3. Raten oberhalb von Vogelgewichtsschwellen

Es stellte sich heraus, daß die deutschen und holländischen Daten nicht nur sehr vergleichbar waren, sondern auch aus einem sehr weitgehend überlappenden Operationsgebiet stammen. Daher haben wir diese Daten kombiniert und die Vogelbestimmungsergebnisse betrachtet, um den Anteil der unterschiedlichen Vogelgewichtsklassen abschätzen zu können. Während des letzten Jahrzehnts hat die RNLAf ein strenges Sammeln von Vogelresten (sogar auch nur Blutverschmierungen) vorgeschrieben und hat diese professionell identifizieren lassen, wenn nötig, auch mittels der mikroskopischen Methode (BROM, T.G., 1986). Obwohl der Prozentsatz der identifizierten Vögel bei der GAF sehr viel niedriger war (46.6%, n = 994) als bei den RNLAf-Daten (84.1%, n = 107) schlossen wir, daß die Identifizierungen trotzdem recht gut die tatsächliche Vogelgewichtsverteilung wiedergeben können. Dies wird in Abb. 3a gezeigt, wo wir die Schadensausmaße gegen die Vogelgewichtsklassen (mittlere Werte) aufgetragen haben. Die Daten sind der Tabelle 3 entnommen. In der Abbildung 3a zeigt der Pfeil die Schadensprozente für die Vogelschläge an, bei denen die Vogelart nicht bestimmt werden konnte. Die GAF und die RNLAf haben beide gleichmäßig zu dieser niedrigen Zahl (beide 5.9%) beigetragen. Es ist offensichtlich, daß die nicht identifizierten Vögel (hauptsächlich aus dem deutschen Datensatz) sämtlich kleine Vögel gewesen sein müssen, die zu der niedrigsten Vogelgewichtsklasse gehören. Also addierten wir die "Unbekannten" zu der oberen Gewichtsklasse < 51 g, um den kumulativen Anteil aller Vogelschläge oberhalb des minimalen Gewichts zu berechnen (Abb. 3b). Die letzte Spalte der Tabelle 3 zeigt die Prozentzahl aller Vogelschläge einschließlich und oberhalb einer bestimmten Vogelgewichtsklasse. Abb. 3a und 3b wurden in einer Kurve zusammengefaßt, die den kumulativen Anteil aller Vogelschläge mit Schäden pro minimalem Vogelgewicht repräsentiert (Abb. 3c).

Table 2:		Helicopter		Characteristics		GAF		RNIAF		RAF		Total	
		Front. area	Perc. transp. diam.	Rotor diam.		Tot. Dam.		Tot. Dam.		Tot. Dam.		Perc. Damage	Ratio
		2.2	78	10.5		-		-		21	5	24	1.8
		7.3	24	18.9		13	6	-		43	10	29	5.2
		4.1	45	15.0		-		-		168	44	26	11.4
		8.1	21	17.1		-		-		78	20	26	2.8
		2.5	75	10.0		161	33	-		-	-	21	4.0
		3.9	74	11.0		-		104	27	-	-	26	4.7
		4.6	73	9.8		378	31	63	7	-	-	9	6.7
		10.5	23	22		112	22	-		-	-	20	7.0
		5.0	43	12.8		12	1	-		-	-	8	-
		3.6	68	14.6		318	21	-		-	-	7	5.3
Total		-	-	-	-	994	114	167	34	310	79	15	
Period						1979-1989		1977-1990		1981-1990			

Table 3 : Verteilung der Hubschrauber-Vogelschläge auf die verschiedenen Gewichtsklasse der Vogelarten (g). GAF = Deutsche Luftwaffe, RN-LAF = Königlich-Niederländische Luftwaffe.

Air Force	GAF ('79-'89)				RN-LAF ('82-'90)				Grandtotal		Perc.	Cum. %			
	Al-2		Bö-105		Other		Al-3		Bö-105				Total		
	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes					
Bird weight class (grams)															
< 51	43	6	128	12	134	8	17	4	22	2	344	32	376	34.1	100.0
51 - 100	2	1	9	1	14	2	7	0	2	0	34	4	38	3.5	22.3
101 - 200	1	0	2	0	1	2	1	0	0	0	5	1	6	0.5	18.8
201 - 400	17	11	15	9	33	13	14	7	4	2	83	42	125	11.4	18.3
401 - 800	0	2	7	3	19	5	1	2	1	1	28	13	41	3.7	6.9
801 - 1600	1	2	6	1	12	8	1	2	0	0	20	13	33	3.0	3.2
> 199	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	0.2	0.2
Unknown	64	11	180	5	191	12	7	1	9	0	451	29	480	43.6	-
Total	128	33	347	31	405	50	48	16	38	5	966	135	1101	100.0	
Grand total	161		378		455		64		43						

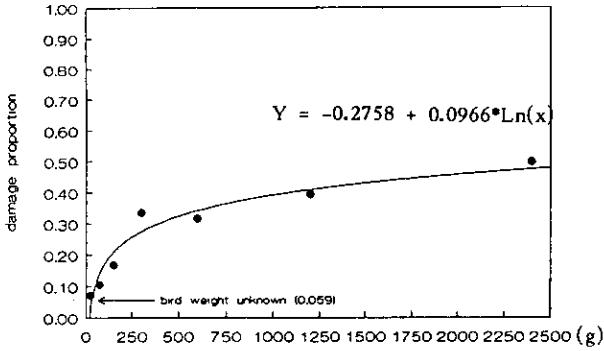


Abb.3a: Vogelgewichtsklassen und Schadensausmaß bei Hubschraubervogelschläge der Deutschen und Niederländischen Luftwaffe.

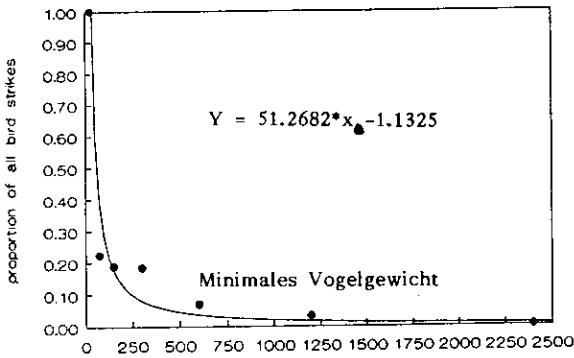


Abb.3b: Kumulativer Anteil aller Vogelschläge oberhalb des minimalen Gewichts.

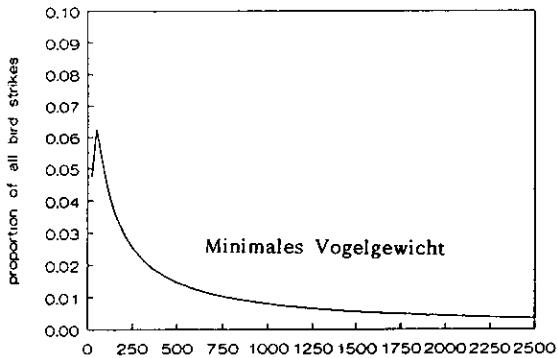


Abb.3c: Schadenswahrscheinlichkeit und Vogelgewichte (Abb.a und b kombiniert).

Mit Abb. 3b und 3c können wir nun die Wahrscheinlichkeit berechnen, einen Vogel oberhalb eines bestimmten Gewichts pro Flugstunde zu treffen und damit also die Wahrscheinlichkeit, daß ein Schaden auftreten wird. Auf der Basis von 5.4 pro 10.000 Flugstunden als Vogelschlagrate über dem deutschen Tiefland für alle Hubschrauber erhalten wir Abb. 4. Aus den Kurven schließen wir, daß ein schadensverursachender Vogelschlag, der auf einen über 2 Pfund und über 4 Pfund schweren Vogel zurückzuführen ist, etwa 4-5 bzw. 2-3 mal pro 1 Mio. Flugstunden auftreten wird.

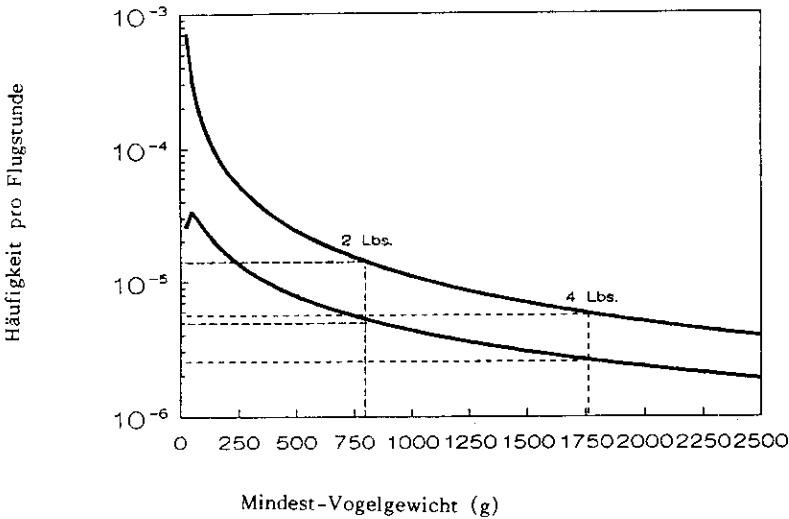


Abb.4 : Häufigkeit von Hubschrauber-Vogelschlägen mit Vogelarten oberhalb eines bestimmten Gewichts. Obere Kurve = alle Vogelschläge, untere Kurve = Schadensfälle (N = 1101)

4. Diskussion

Wir sehen davon ab, weitere Schlüsse bezüglich der Art des Risikos auf der Grundlage der oben gemachten Quantifizierungen zu ziehen. Selbstverständlich hängt viel von der Konstruktion der kritischen Teile der Hubschrauber ab, die nur kleine Anteile von der frontalen Fläche ausmachen. Dies könnte mit Hubschrauberkonstrukteuren auf der Basis von detaillierten Aufschlagswiderstandszahlen und einer weiteren Analyse der Datenbank bezüglich der Besonderheiten der Schäden diskutiert werden. Das Risiko wird durch den Gebrauch von Gesichtsschutz, dem Vorhandensein eines Co-Piloten und der Möglichkeit, Notlandungen zu machen, reduziert worden sein. Dadurch gingen auch schwere Unfälle zurück, aber es kann auch den ursprünglichen Vogelschlag maskiert haben in einer Kette von unglücklichen Ereignissen, die zu einem Hubschrauberabsturz führten, wie es in der Jagdflugzeug-Vogelschlaganalyse (BUURMA, L.S., 1984) aufgezeigt worden ist.

Die Art der militärischen Operationen könnte einigen Einfluß auf die Vogelschlaghäufigkeit haben. Wir haben keine Daten gesammelt über die Einsatzprofile der zivilen Gegenstücke zu unseren Hubschraubertypen. Statt dessen geben wir in Abb. 5 und 6 einige Statistiken über die Alouette II/III- und Bölkow-Vogelschläge bezüglich der Hubschraubergeschwindigkeit und Flughöhen an. Sie zeigen Ergebnisse, die relativ vergleichbar erscheinen mit vielen zivilen Operationen oder geben Hinweise, wie man die Abweichungen korrigieren kann.

Das Beispiel der Alouettes und Bölkows zeigt auch die spezifischen Unterschiede von einem Hubschraubertyp zum anderen, die erklärt werden könnten durch die Konstruktion und die Anwendung von Lufttauglichkeitskriterien. Die Bo-105 wird in tiefen Höhen geflogen (in denen sie mehr Vögeln begegnet) mit etwas höheren Geschwindigkeiten (die dem Piloten und den Vögeln geringere Chancen zum Ausweichen lassen) als die Alouette-II und -III. Die Vogelschlagrate ist tatsächlich etwas (aber nicht viel) höher. Immerhin ist die prozentuale Schadenshäufigkeit weniger als halb so groß. Wir sind der Meinung, daß die empirischen, quantitativen Verhältnisse wie sie in Abb. 4 zusammengefaßt sind, eine solide Basis für Extrapolationen zur Abschätzung des Risikos darstellen, das mit Konstruktionskriterien und Flugprofilen für künftige Hubschrauber verbunden ist.

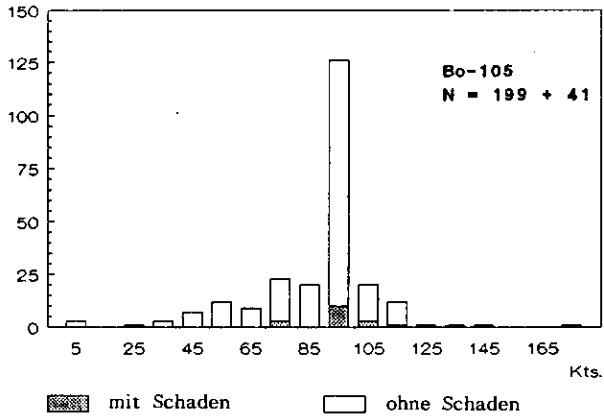
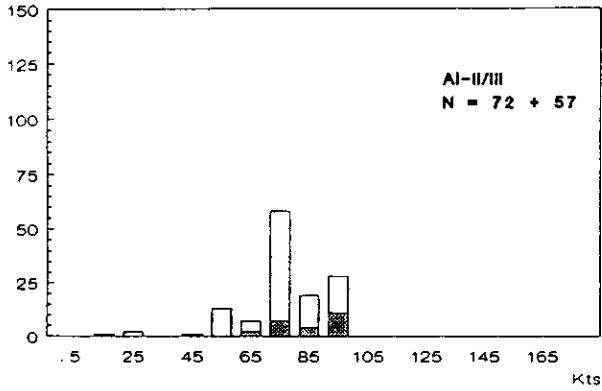


Abb.5: Hubschrauber-Vogelschläge nach Geschwindigkeitsklassen (in kts); Deutsche Luftwaffe 1979-1989, Niederländische Luftwaffe 1982-1990.

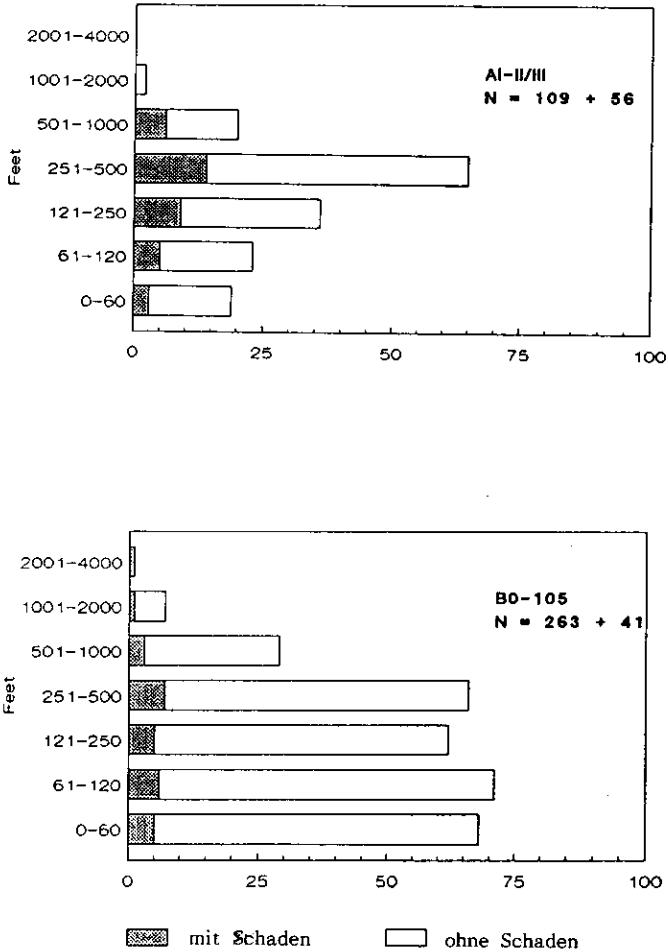


Abb.6: Hubschrauber-Vogelschläge nach Flughöhen (ft). Deutsche Luftwaffe 1979-1989; Niederländische Luftwaffe 1982-1990.

5. Danksagung

Wir danken SqLdr R.C. McCloud (RAF), Dr. J. Becker (GAF), Mr. J. Thorpe (CAA, UK) und Ir H.J.G.C. Vodegel (Nat. Aerospace Lab, Amsterdam, NL) für Daten und Kommentare.

6. Literatur

BROM, T.G. (1986):

Microscopic identification of feathers and feather fragments of Palearctic birds. *Bijdr. Dierk.* 56: 131-204.

BUURMA, L.S. (1983):

Increasing bird strike rates and improved bird strike analysis of the RNLAf. Proc. 14th Conf. on Aerospace Transparent Materials and Enclosures. Scottsdale, Arizona, pp. 690-715 (report AFWAL-TR-83-4154).

BUURMA, L.S. (1984):

Key factors determining bird strike and risks. *Int. J. of Aviation Safety* Vol 2: 91-107.

DEKKER, A & L.S. BUURMA (1990):

Towards a european database of military bird strikes. Proceedings 20th Meeting Bird Strike Committee Europe, pp. 105-128. Working Paper 14, Helsinki.

JAMES, D.O.N. (1991):

JAR29: Rotorcraft bird impact. Internal Memo CAA.

Anschrift der Verfasser:

L.S. Buurma / A. Dekker
RNLAf Ground and Flight Safety Division
Natural Environment Section
P.O. Box 20703
2500 ES The Hague/Holland