

Übersicht über das Vogelschlagproblem¹

Overview of the Bird Strike Problem

Überarbeiteter Nachdruck eines Vortrages im Rahmen des Second ESAF Workshop „BIRD HAZARD CONTROL AND REDUCTION“ veranstaltet von der ICAO Eastern and Southern Africa Regional Office 16. – 20. Sept. 1996

von HARTMUT LEHMKUHL, Bergisch-Gladbach

Zusammenfassung: Einer kurzen Schilderung des Hintergrunds des Autors folgen kurz gefasste Details hinsichtlich der Vogelschlagereignisse der Deutsche Lufthansa AG im Allgemeinen und in Bezug auf diverse afrikanische Flughäfen.

Die Schadenanfälligkeit von Flugzeugen im Hinblick auf Vogelschlag wird durch einige Beispiele schwerer Unfälle und durch die Kostenstruktur von eingetretenen Vogelschlagschäden illustriert.

Besondere Aufmerksamkeit wird der zu erwartenden Aufprallenergie und theoretischen Aspekten allgemeiner Methoden zur Kontrolle des Problems gewidmet.

Summary: A short description of the author's background is followed by concise details of the German Lufthansa's experience with bird strikes in general, and with respect to various African airports.

The susceptibility of aircraft to damage caused by bird strikes is illustrated by several examples of severe accidents as well as by the cost structure of bird-strike damage.

Special attention is paid to the impact energy that has to be expected as well as to theoretical aspects of general methods for controlling the bird-strike problem.

¹ (Diese Arbeit ist das Werk des Autors und muss nicht in allen Aspekten mit den Ansichten der Delvag Luftfahrtversicherungs AG übereinstimmen)

1. Hintergrundinformation betreffend Delvag und Lufthansa

Die Delvag ist eine der Deutsche Lufthansa AG gehörende Versicherungsgesellschaft.

Auf Grund dieser besonderen Situation agieren wir nicht nur als Versicherer der verschiedenen zur Lufthansa Gruppe gehörenden Luftverkehrsgesellschaften sondern sind, falls notwendig, auch als Versicherungsabteilung der Lufthansa tätig.

Auf Grund dieser Rolle konzentrieren wir uns nicht nur auf Großschäden - die Kasko-Franchisen beginnen bei USD 500.000,- für eine Boeing 737-200 und gehen bis zu USD 1.000.000,- für Großflugzeuge wie eine Boeing 747.

Wir müssen auch auf kleinere Vorkommnisse ein Auge haben - entweder als Kasko-Franchise-Versicherer oder als Versicherungsabteilung (für die Vorfälle, die zu klein sind, um durch den Kasko-Franchise-Versicherungsvertrag gedeckt zu werden.)

Die Rolle der Versicherungsabteilung impliziert ebenfalls die Notwendigkeit, die Entwicklung der nicht durch eine Versicherung gedeckten Kosten (Kosten von Umlaufänderungen oder Flugplanänderungen auf Grund eines eingetretenen Schadens, Kosten der Passagierbetreuung usw.) zu beobachten.

Die „Controlling-Funktion“ ist nicht auf die Kostenbeobachtung beschränkt. Sie beinhaltet auch die Verfolgung der Umstände, die zu den beobachteten Fakten führen.

Wir haben deshalb im Lauf der Jahre ein detailliertes Berichtswesen installiert und sammeln Fakten betreffend Veränderungen an und in der Umgebung von Flughäfen. Des Weiteren beobachten wir Entwicklungen im Rechtswesen.

2. Die Vogelschlag-Erfahrung der Lufthansa

Da die Heimatbasis der Lufthansa in Deutschland liegt und die Flugzeuge der Lufthansa und ihrer Tochtergesellschaften mehr als 50 Prozent ihrer kommerziellen Flugbewegungen in diesem Land absolvieren, spiegeln die detaillierten statistischen Daten die Situation in diesem Land wider.

Tab. 1 Einige Details zu den Zielorten und dem Beginn des Anflugs

Airport	first LH flight
ACC	24.08.1967
CAI	01.11.1958
DKR	15.08.1956
HRE	07.05.1981
KRT	14.05.1962
MRU	24.04.1970

Airport	first LH flight
ADD	07.05.1969
DAR	30.12.1966
DLA	29.10.1985
JNB	14.05.1962
LOS	04.03.1962
NBO	14.05.1962

Aber auf Grund der Tatsachen, dass wir unsere Vogelschlagstatistik seit fast 30 Jahren erstellen und unsere Flugzeuge schon seit geraumer Zeit Afrika anfliegen - Details entnehmen Sie bitte Tabelle 1 - sind wir der Ansicht, einige Fakten berichten zu können, die auch andere interessieren.

Die folgende Abbildung 1 zeigt den individuellen Anteil einzelner Regionen an den gemeldeten Vogelschlagereignissen, von denen Flugzeuge der Lufthansa 1995 betroffen waren.

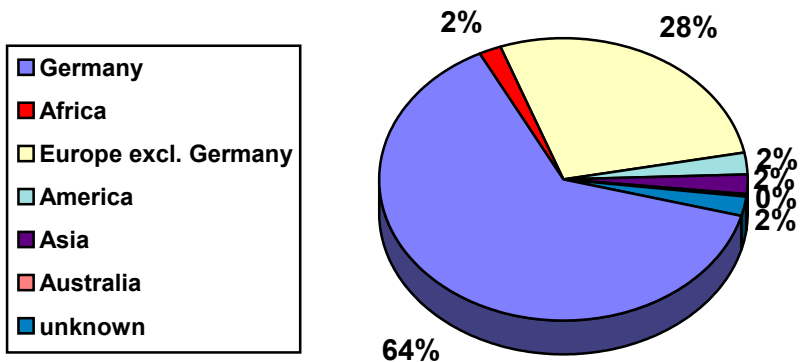


Abb. 1 Vogelschläge an LH-Flugzeugen nach Regionen

Die Verteilung auf Regionen reflektiert nur mehr oder weniger die Anzahl der Flüge, die in der betreffenden Region durchgeführt wurden. Um einen genauere

ren Überblick über die Situation zu erhalten, muss die Anzahl der Vogelschläge an der Anzahl der Flugbewegungen gemessen werden. Die Vogelschlagrate (Anzahl der Schläge pro 10.000 Bewegungen) wird im Allgemeinen benutzt, um das Vogelschlagrisiko auszudrücken.

Auf Grund unterschiedlicher Berichtsstandards hinsichtlich verschiedener Länder und Luftverkehrsgesellschaften ist es nicht einfach, die veröffentlichten Vogelschlagraten miteinander zu vergleichen.

Tab. 2 Vogelschlagrate und Vogelschlagschadenrate LH-Streckennetz

Jahr	Vogelschläge	Vogelschlag- schäden	Schläge pro 10.000	Schäden pro 10.000
1982	322	24	9,18	0,68
1983	356	60	9,73	1,64
1984	355	66	9,35	1,74
1985	324	48	7,94	1,18
1986	323	52	7,29	1,17
1987	385	83	7,96	1,72
1988	367	88	6,56	1,57
1989	350	92	6,66	1,75
1990	432	139	7,67	2,47
1991	459	154	6,97	2,34
1992	407	188	5,45	2,52
1993	543	262	7,43	3,59
1994	655	305	7,39	3,44
1995	645	204	5,71	1,81
1996	770	247	7,82	2,51
1997	632	188	6,41	1,91
1998	686	193	6,82	1,92
1999	526	219	4,96	2,07
2000	831	189	7,33	1,67
2001	854	207	7,88	1,91

Da das Berichtswesen der Lufthansa auf deren gesamten Streckennetz gilt, sind wir der Ansicht, dass unsere Zahlen hinsichtlich der diversen Regionen alle die

gleiche Qualität haben - mit einer kritischen Einschränkung - die aus der statistischen Varianz auf Grund der unterschiedlichen Größe der statistischen Basis der einzelnen Regionen resultiert.

Schaut man auf die weltweite Entwicklung der Vogelschläge, so sind eine sinkende Vogelschlagrate und eine steigende Rate von Vogelschlagschäden festzustellen.

Die folgende Abbildung 2 veranschaulicht dies eventuell besser als die reinen Zahlen.

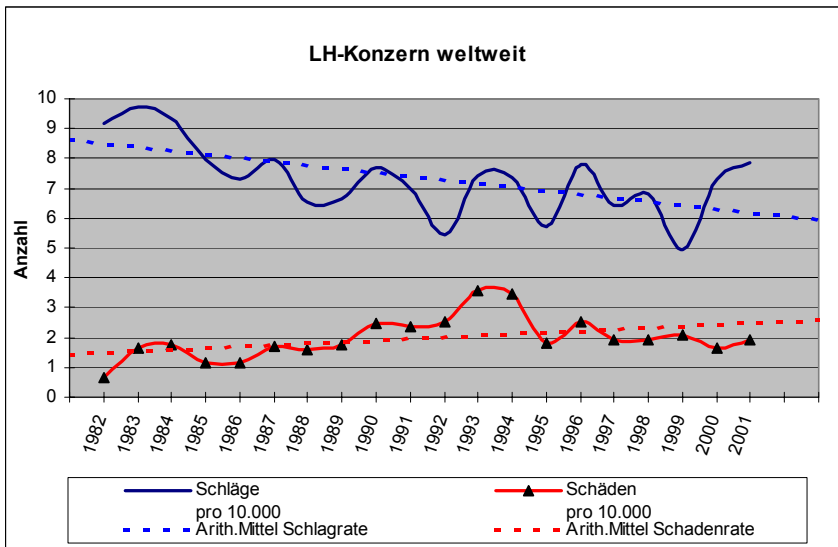


Abb. 2: Weltweite Entwicklung der Schlagrate und der Schadenrate (LH)

Der festzustellende Anstieg der Schadenrate in Gegenwart sinkender Vogelschlagraten scheint weitere Untersuchungen erforderlich zu machen.

Gegenwärtig sind wir nicht in der Lage, die Ursache für diese Entwicklung zu erklären, hoffen jedoch, in der Zukunft einen Erlärungsansatz zu finden.

Ein Erklärungsversuch könnte darin liegen, dass moderne Strahlflugzeuge Triebwerke mit immer größeren Einsaugöffnungen bekommen. Die vergrößerte Einsaugöffnungsfläche könnte einer der Gründe sein, dass moderne Triebwerke extrem schadenanfällig sind, sofern Fremdkörper eingesaugt werden.

Wenden wir uns den Ereignissen zu, denen unsere Flugzeuge in Afrika ausgesetzt waren, so können wir folgendes berichten:

Um die statistischen Schwankungen etwas zu eliminieren könnten wir einige Jahre zusammenfassen und - bloß zu Demonstrationszwecken - die Daten verschiedener Flughäfen zusammenfassen. Dies ist im rechten Teil der Tabelle 3 geschehen.

Tab. 3: Anzahl der Vogelschläge an LH-Flugzeugen an ausgewählten afrikanischen Flughäfen

Jahr	ASM	BJL	BJM	DAR	DKR	HRE	JNB	KRT	MBA	MRU	NBO	Summe Auswahl	FRA
1981					1			1				2	55
1982					1			1	1		3	6	46
1983				2				1	1		1	5	57
1984				1	1			2			3	7	59
1985				1	2		2				2	7	59
1986				1	1		1		2			5	68
1987		1			2				2		3	8	84
1988					1				1		2	4	61
1989		3			3				1		1	8	51
1990				1	1				1		5	8	89
1991		1		1		2					3	7	55
1992			2	1	1							4	60
1993	3	1	1	1	1						1	8	55
1994	1		1		1		3	2		1		9	51
1995	1				1		1	3	1			7	54
1996					7		1		1		1	10	83
1997	1	1			1		3	1	1			8	91
1998		1			5		2				2	10	74
1999	2				3	1					1	7	44
2000	2					2	2		2	1	1	10	112

Tab. 4: Vogelschlagzahl an LH-Flugzeugen an ausgewählten Flughäfen

	1995	1994	1993	1992	1991	'91 - '95
ASM	1	1	3			5
BJL			1		1	2
BJM		1	1	2		4
DAR			1	1	1	3
DKR	1	1	1	1		4
HRE	1				2	3
JNB	1	3				4
KRT	3	2				5
MBA	1					1
MRU		1				1
NBO			1		3	4
all above	8	9	8	4	7	36
<i>FRA</i>	66	64	68	77	74	349

Tab. 5: Vogelschlagrate pro 10.000 LH-Flugbewegungen an ausgewählten Flughäfen

	1995	1994	1993	1992	1991	'91 - '95
ASM	47,17	35,71	197,37			76,92
BJL			86,21		94,34	31,45
BJM		312,50	185,19	232,56		08,33
DAR			33,78	31,65	32,68	24,63
DKR	20,83	16,29	24,04	18,66		15,66
HRE	48,54				72,46	23,29
JNB	6,05	19,18				6,81
KRT	97,40	83,33				35,21
MBA	18,80					4,18
MRU		46,73				14,66
NBO			5,71		18,05	5,04
all above	15,72	15,75	15,05	8,62	17,13	14,49
<i>FRA</i>	3,41	3,46	3,84	4,43	4,61	3,92

Da die absoluten Schlagzahlen aber wenig aussagekräftig sind, greifen wir uns zur Illustration den in der folgenden Tabelle berücksichtigten Zeitausschnitt heraus und setzen ihn dann anschließend ins Verhältnis zu den Bewegungszahlen, um so die relative Häufung der Vogelschläge, die so genannte Schlagrate (pro 10.000 Bewegungen) zu erhalten (Tab. 4 u. 5).

Obwohl Tabelle 5 einen Hinweis gibt, dass das Vogelschlagrisiko an verschiedenen afrikanischen Flughäfen bemerkenswert größer als in Frankfurt zu sein scheint, sollte man doch Bedenken, dass die statistische Basis für eine korrekte Risikobeurteilung zu klein ist.

3. Anfälligkeit des Flugzeugs gegenüber Beschädigung(en)

Ein Arbeitspapier von John Thorpe, ehem. Vorsitzender des Internationalen Vogelschlag-Komitees, vorgestellt als IBSC23/WP1 „Todesfälle und zerstörte Zivilflugzeuge auf Grund von Vogelschlag 1912 - 1995“ enthält eine einzigartige Sammlung auf Vogelschlag zurückzuführender Unfälle.

Ich möchte Ihnen einige dieser Vorfälle zur Kenntnis geben.

04.10.1960 Lockheed L 188, Boston, USA Sturnus vulgaris (80 g)

Einige Sekunden nach dem Abheben wurde ein Schwarm Stare in 3 Motore eingesogen. Motor 1 musste abgestellt werden und die Motoren 2 und 4 verloren an Leistung. Die Geschwindigkeit verringerte sich, die Auftriebsströmung riss ab und das Flugzeug stürzte in den Hafen.

62 der 72 Insassen starben und 9 weitere erlitten Verletzungen.

Dies ist der schlimmste Vogelschlag-Unfall.

15.09.1988 Boeing 737, Bahar Dar, Ethiopia Columba guinea (320 g)

Einsaugen in beide Motore beim Abheben, Strömungsabriss im Triebwerk, Schubverlust. Versuchte Platzrunde zur Rückkehr, beide Motoren versagten. Aufprall 10 km vom Flughafen entfernt während eines Landeversuchs in offenem Gelände, wobei ein Flussufer gestreift wurde und das Flugzeug Feuer fing. Der Flughafen liegt 5.800 ft über Meereshöhe.

Von den 104 Insassen starben 35 und 21 weitere wurden verletzt.

Dies waren zwei der schlimmsten Unfälle, die sich bisher ereigneten, aber es gibt viele weitere, die in geringerem Ausmaß zu Schäden an den Insassen oder am Flugzeug führten.

Tödliche Unfälle oder total zerstörte Flugzeuge sind sicher nicht der „Normalfall“, aber sie werden sich ereignen - insbesondere falls die angemessenen Schadenverhütungsaktivitäten nicht sorgfältig ausgeführt werden.

Der so genannte „normale Vogelschlagschaden“ hat eine große Bandbreite - von kleinen Schäden am Rumpf in der Größenordnung von einigen Hundert Mark bis zum schweren Motorschaden im Bereich einiger Millionen Deutsche Mark.

Selbst Startabbrüche und Abkommen von der Startbahn - Kosten eines Vorfalls mehr als 16 Millionen Deutsche Mark - sind bekannt.

Obwohl die Luftverkehrsgesellschaften im allgemeinen eine Kaskoversicherung abgeschlossen haben, leiden sie unter diesen Schäden, da die Selbstbehalte hoch sind (von US \$ 500.000 bis US \$ 1.000.000 wie vorher erwähnt) und die meisten Schäden innerhalb des Selbstbehalts bleiben.

Zusätzlich zu den Kaskoschäden entstehen den Fluggesellschaften weitere Kosten wie die Kosten für Unterbringung von Passagieren oder Zusatzverpflegung bei schadenbedingter Verspätung oder Ertragsausfälle oder Kosten für ein Ersatzflugzeug für die Zeit der Reparatur.

Diese Zusatzkosten sind nicht proportional zum Kaskoschaden, da schon kleine Kaskoschäden beträchtliche Folgekosten verursachen können, wenn das Flugzeug auf Grund Ersatzteilmangels an weit entfernten Orten „am Boden“ bleiben muss.

4. Schritte in Richtung Problemlösung

Auf Grund wirtschaftlicher Notwendigkeit haben Luftverkehrsgesellschaften wie die Lufthansa schon vor Jahren begonnen, das Problem zu untersuchen um einen Weg zu finden, mit dem Problem umgehen zu können.

Das Problem des Vogelschlags ist die Aufprallenergie und die daraus resultierenden Folgen.

Um einen Eindruck über die auftretenden Kräfte zu vermitteln, veröffentlichte HILD (1987) eine Tabelle die die Aufprallenergie als Funktion der Aufprallgeschwindigkeit und der Vogelmasse darstellt. Der Inhalt ist in Tabelle 6 wiedergegeben.

Die bei Kollisionen mit großen Vögeln bei hoher Geschwindigkeit zu erwartende Energie ist eine Erklärung für das Risiko, das für Flugzeuge in solchen Fällen besteht.

Tab. 6: Aufprallenergie (in kpm) in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Gewicht

	50 kn	100 kn	150 kn	200 kn	250 kn	300 kn	350 kn
20 gm	0,7	2,7	6,1	10,8	16,9	24,2	33,1
50 gm	1,7	6,5	15,2	27,0	42,2	60,7	82,7
100 gm	3,4	13,5	30,4	54,0	84,3	121,5	165,3
200 gm	6,7	27,0	60,7	108,0	168,7	242,9	330,6
300 gm	10,1	40,5	91,1	161,9	253,0	364,3	495,9
500 gm	16,9	67,5	151,8	269,9	421,7	607,3	826,6
1.000 gm	33,78	134,9	303,6	539,8	843,4	1.214,5	1.653,1
2.000 gm	67,5	269,9	607,3	1.079,6	1.686,8	2.429,1	3.306,2
5.000 gm	168,7	674,7	1.518,2	2.699,0	4.217,1	6.072,6	8.265,5

Um das Problem zu lösen, gingen die Gedanken der Experten in verschiedene Richtungen

- Änderungen in den Operationsverfahren der Cockpit-Crews
- Änderungen im Design und in der Stärke des Materials für Flugzeuge und Motore
- Änderungen in der Umwelt der Flughäfen und der Flughafenumgebung auf Basis ökologischer Daten / Forschung

Vogelschlag-Vermeidungsstrategien der Flugzeugführer scheinen nur eine beschränkte Chance zu haben, da

- die Zeit zwischen Vogelauffassung/-erkennung und Aufprall zu kurz ist, um entsprechend reagieren zu können.
- moderne Zivilflugzeuge nicht schnell genug auf Steuereingaben reagieren, um einen drohenden Vogelschlag während des Fluges zu vermeiden
- einen Flughafen anfliegende Flugzeuge mehr oder weniger dem Gleitpfad folgen müssen. Insbesondere wenn nur eingeschränkte Sicht gegeben ist.

- während des „Take-off-run“ die Crew keine Reaktionsmöglichkeit hat, da das Flugzeug in seiner Richtung (auf der Startbahn) gehalten werden muss

Weitere Details sind dem Papier von HENZE (1993) zu entnehmen.

Verbesserungen im Hinblick auf Flugzeug und Motorenkonstruktion und Materialstärke sind im Gange, aber das Verbesserungspotential ist beschränkt, da

- die Aufprallenergie großer Vögel so hoch ist, dass die Konstruktion von Flugzeugen und Motoren komplett überarbeitet werden müsste, um solchen Kräften eventuell widerstehen zu können
- stärkeres Material würde - nach heute bekannten Techniken - das Gewicht der Flugzeuge erhöhen, die Nutzlastkapazität reduzieren und könnte in der Konsequenz negativen Einfluss auf die wirtschaftliche Basis des Luftverkehrs haben (Flugzeuge mit der Widerstandskraft eines Kampfpanzers werden nicht mehr genug Nutzlast transportieren können)

Die besten Aussichten, dass sich die Mühe der Verringerung der Vogelschlaggefahr auszahlt, scheinen Aktivitäten zur Reduzierung der Population kritischer Vogelarten (schwere Vögel / Schwarm bildende Vögel) auf dem Flughafen und in der Umgebung des Flughafens (Anflug- und Abflugsektoren) zu haben.

Die Methoden um solche Resultate zu erzielen sind zahlreich.

Experten auf der ganzen Welt haben sich mit solchen Problemen beschäftigt und haben eine Vielzahl von Lösungen entwickelt. Obwohl diese Methoden ein weites Wissensgebiet abdecken, haben sie eins gemeinsam:

Alle sind auf die Bedürfnisse einer besonderen Situation zugeschnitten.

Um die Last, das Gleiche ein zweites mal erfinden zu müssen zu vermeiden, hat es sich als das Beste herausgestellt, die Erfahrungen zu teilen und sich gegenseitig mit dem Wissen zu helfen.

Dies wird in zahlreichen Publikationen und Tagungen weltweit praktiziert.

Eine der bekanntesten Tagungen ist die des IBSC, die alle zwei Jahre an wechselnden Orten in Europa statt findet. Hier tauschen Experten aus aller Welt (nicht nur aus Europa) ihr Wissen aus und teilen sich die Erfahrung in enger Kooperation.

Für den Fall des Interesses sollten Fragen bezüglich des IBSC an den amtierenden Vorsitzenden des IBSC gerichtet werden:

Dr. Luit Burma
Royal Netherlands Air Force
P.O. Box 20703
2500 ES Den Haag
The Netherlands
Tel: +31 70 339 6346
Fax: +31 70 339 6347
Email: sup.ops@dopklu.af.dnet.mindef.nl

Im Sinne guter Kooperation hat Lufthansa schon 1980 den Vorsitzenden des DAVVL gebeten, die Situation in Dakar und Nairobi zu studieren und einen Bericht mit Empfehlungen zur Lösung der Probleme zu erstellen, denen wir damals gegenüber standen.

Diese Berichte wurden den entsprechenden Behörden übergeben um sie bei der Entwicklung eines eigenen Programms zur Kontrolle der Vogelschlagsituation zu unterstützen.

Falls die Struktur eines solchen Berichts - der Inhalt könnte überholt sein, da zwischen Datenerhebung und heute mehr als 20 Jahre vergangen sind - von Interesse ist, sind Kopien dieser Berichte über den DAVVL erhältlich.

5. Literatur

HENZE, Torben: Operational Methods for Birdstrike Prevention, ICAO Bird Hazard Workshop, March 29 to April 02, 1993, Santiago de Chile

HILD, Jochen: Ecological investigations conducted at airport Dakar-Yoff and immediate surroundings. Gutachten i. A. Delvag/DLH. 1980, Köln

HILD, Jochen: Germany "Ecological situation at the airport Nairobi". Gutachten i. A. Delvag/DLH. 1981, Köln

THORPE, John: Fatalities and Destroyed Civil Aircraft due to Bird Strikes 1912 - 1995, Bird Strike Committee Europe 23/wp 1, London, May 1996

Anschrift des Verfassers:

Hartmut Lehmkuhl
August-Kierspel-Str. 163
51469 Bergisch Gladbach
hartmut.lehmkuhl@Delvag .de