

### TRIEBWERK - VOGELSCHLÄGE BEI GROSSRAUM - FLUGZEUGEN.

von MICHAEL J. HARRISON, Washington DC/USA.

(Aus dem Englischen übertragen von J.Hild)

Zusammenfassung: In den Jahren 1972 bis 1981 wurden einige 100 Triebwerk-Vogelschläge von der FAA untersucht. Diese Untersuchungen erstreckten sich auf die Triebwerkmodelle JT9D, CF6 und RB 211. Nach diesen Untersuchungen wurde das Triebwerk JT9D am häufigsten von Vogelschlägen betroffen; 6,14 % führten zu Schäden. In etwa 5 % der Triebwerk-Vogelschläge an Großraum-Flugzeugen kam es zu multiplen Ereignissen, bei denen gleichzeitig mehrere Triebwerke getroffen wurden. Bezogen auf die Luftfahrzeugmodelle erwies sich die B 747 mit dem Triebwerk JT9D als am meisten gefährdet, gefolgt von der DC 10 und dem Airbus A 300. Unter den vogelschlagträchtigsten Flughäfen der Welt heben sich 10 besonders heraus.

Summary: Between 1972 and 1981 some 100 engine birdstrikes have been analysed by FAA. The investigations referred to the engine types JT9D, CF6 and RB 211. The engine JT9D showed the most frequent strikes, 6.14 % of engine birdstrikes induced an engine damage; nearly 5 % of the engine strikes on high bypass turbofan aircraft have been multiple events with strikes on more than one engine at the same time during the same flight phase. Related to the aircraft types the B 747 with the engine type JT9D has been the most endangered plane, followed by DC 10 and A 300. Ten airports of the world show highest numbers of engine birdstrikes which depend on the special bird situation and the activity of birds.

#### 1. Auswertungskriterien

Die hier vorgelegte Untersuchung basiert auf den Triebwerk-Vogel-

schlag-Daten der Triebwerkhersteller für die Typen Pratt & Whitney JT9D, General Electric CF6 und Rolls Royce RB 211. Für das JT9D wurden die entsprechenden Zwischenfälle von 1969 bis 1980, für das CF6 von 1972 bis 1980 und für das RB 211 von IV/1972 bis VIII/1981 überprüft, wobei auch die Flugphase zum Zeitpunkt des Ereignisses mitberücksichtigt wurde. In Fällen, bei denen die Flugphase unbekannt war, wurde ein verhältnismäßiger Anteil der "Unbekannten" den bekannten Flugphasen zugeordnet, und zwar auf der Grundlage anderer Vogelschlagdaten der FAA, die erkennen lassen, daß sich nahezu 50 % der Triebwerk-Vogelschläge (=ingestions) während Start und Steigflug ereigneten.

Alle verfügbaren Daten wurden zur Abschätzung der Anzahl der Triebwerkschäden überprüft. Ein "Schaden" wurde definiert als Zwischenfall, der eine weitere Verwendung des jeweiligen Triebwerkes (signifikanter Schub) ausschloß. Als typische Triebwerkschäden wurden z.B. "Fan-Blade-Bruch" mit Materialverlust, wiederholter Strömungsabriß, Anstieg der EGT und ein 50 %-iger oder größerer Schubverlust gewertet.

## 2. Ergebnisse

Basierend auf solchen Untersuchungen und statistischen Auswertungen ergab sich folgende Zusammenstellung (Tabelle 1):

Tabelle 1: Triebwerk-Vogelschläge und Flugphase.

Triebwerktyp	Flugphase			Total
	Start/Steigfl.	Andere	Unbekannt	
JT9D Vogelschlag	215	42	346	603
JT9D Schaden	36	1	0	37
Schaden/Vogelschlag				6.14 %
CF6 Vogelschlag	134	82	105	321
CF6 Schaden	14	2	0	16
Schaden/Vogelschlag				4.98 %
RB 211 Vogelschlag	71	36	59	166
RB 211 Schaden	4	0	0	4
Schaden/Vogelschlag				2.41 %
Total-Vogelschläge	420	160	510	1090
Total-Schäden	54	3	0	57

Unter den 1090 Vogelschlägen kam es in 49 Fällen zu multiplen Ereignissen. "Als "multiples Ereignis" gilt ein Vogelschlag, bei dem jeweils ein Vogel zur gleichen Zeit des Fluges in jedes von zwei oder mehreren Triebwerken gerät. Bei unbekannter oder nicht gemeldeter Flugphase wurden 50 % den Phasen Start/Steigflug und 50 % "anderen Phasen als Start/Steigflug" zugeordnet. Multiple Vogelschläge, an denen Kleinvögel wie Sperlinge beteiligt waren, wurden nicht berücksichtigt, da sie keine substantiellen Schäden an den Triebwerken hervorriefen.

Tabelle 2: Multiple Vogelschläge und Luftfahrzeugmuster.

Lfz-Muster	B 747	DC 10	A 300	L 1011
Periode	1969-1980	1977-1980	1974-1980	4/1972-8/1980
Bewegungen	2.430.000	2.020.000	420.000	1.460.000
Start/Steigflug Multiple Vogelschläge	16	6	4	1
Andere Flugphase Multiple Vogelschläge	3	2	0	1
Unbekannte Flugphase Multiple Vogelschläge	15	0	0	0
Total multiple Vogel- schläge per 10.000 Bewegungen	0.14	0.04	0.10	0.02

Die B 747-Vogelschläge schließen 7 Ereignisse, bei denen gleichzeitig drei Triebwerke, und ein Ereignis, bei dem alle Triebwerke betroffen waren, mit ein.

Die folgende Tabelle 3 bringt eine Aufteilung nach Luftfahrzeugmuster und Triebwerktyp, um die Vogelschlaggefährdung in die richtige Relation zu bringen.

Tabelle 3: Vogelschläge/Triebwerke/Lfz-Muster.

Lfz-Muster	B 747	DC 10-30/40	DC 10-10	A 300	L 1011
JT9D	390	38	0	3	0
CF6	64	171	122	119	0
RB 211	20	0	0	0	192
Total	474	209	122	122	192

Die höchste Rate mit 0.979 (RB 211) wurde bei der L 1011 erreicht, gefolgt von der B 747 (JT9D) mit 0.894 und der DC 10-10 (CF6) mit 0.443.

Aus der nachfolgenden Tabelle 4 ergeben sich die Triebwerk-Vogelschläge unter geographischen Gesichtspunkten (Flughäfen).

Tabelle 4: Triebwerk-Vogelschläge und Flughäfen nach Unterlagen der Hersteller unter Berücksichtigung aller Flugphasen.

Flughafen	Triebwerk-Vogelschläge	Triebwerk-Schäden	Multiple Vogelschläge
J.F.Kennedy	48	6	5
Tokyo	38	3	2
Bombay	27	3	0
Schiphol	21	2	2
New Delhi	20	1	0
Heathrow	12	2	1
San Francisco	11	2	1
Paris-Orly	10	1	2
Prestwick	8	2	1
Copenhagen	8	2	2
Total	203	24	16

Eine Verbesserung der Vogelkontrolle auf den Flughäfen könnte die Anzahl der schadensträchtigen Triebwerk-Vogelschläge senken helfen.

Selbstverständlich hängt die Anzahl der Vogelschläge z.B. auch ab von der Dichte des Verkehrs auf den Flughäfen, der Jahreszeit bzw. den Vogelzugzeiten, den Aktivitäten der Vogelkontrolle sowie von den Vogelaktivitäten zu den unterschiedlichen Tageszeiten (Abb.1).

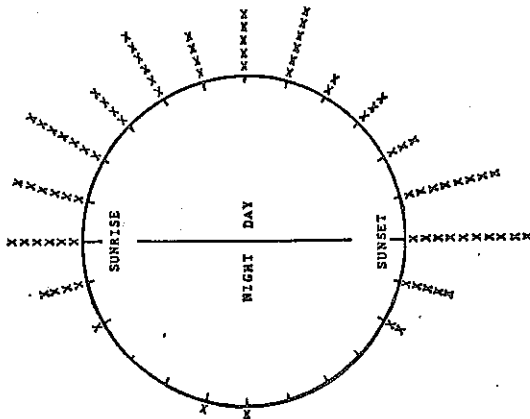
Die Tabelle 5 zeigt, daß die meisten hier angeführten Flughäfen die höchste Zahl der Bewegungen während des Tages aufweisen, wenn die Vogelaktivität gleichzeitig auch am höchsten ist. Einige Flughäfen wie JFK registrieren nahezu 50 % der Bewegungen zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang. Hier ist die Möwe der Problemvogel, der sich allerdings während der Nacht außerhalb des Flughafens aufhält. Die Vogelschlagrate ist also in hohem Maße abhängig von der tageszeitlichen Periodizität der Vogelaktivitäten. So kann es durchaus sein, daß auf einigen Flughäfen der Welt aufgrund der verschiedensten Vogelpopulationen mit unterschiedlichem Aktivitätsverhalten ein 24-Stunden-Risiko besteht.

Tabelle 5: Prozentanteil der Bewegungen eine Stunde vor Sonnenaufgang bis eine Stunde nach Sonnenuntergang auf verschiedenen Flughäfen der Welt.

Flughafen	Prozentanteil
J.F.Kennedy	53.9 %
New Delhi	55.2 %
Bombay	59.2 %
Los Angeles	68.9 %
Boston	70.4 %
San Francisco	74.5 %
Miami	75.2 %
Paris-Orly	76.7 %
Copenhagen	82.7 %
London-Heathrow	86.1 %
Schiphol	88.2 %
Tokyo-Haneda	88.6 %
Sydney	92.1 %

(Quelle: International Official Airline Guide, Sept.1, 1982).

Abb.1: Tageszeitliche Verteilung von 84 Triebwerk-Vogelschlägen bei High-Bypass-Turbofan-Engines nach Unterlagen der FAA.



Anschrift des Verfassers:

Michael J.Harrison  
Federal Aviation Administration  
Office of Airport Standards  
Washington DC. 20591/USA.

