

WIDERSTANDSFÄHIGKEIT VON HUBSCHRAUBERN GEGENÜBER VOGEL-SCHLÄGEN.

von A. BREMOND, Toulouse/Frankreich.

(Aus dem Englischen übertragen von G.Hild)

Zusammenfassung: Unter den vogelschlagbedingten Hubschrauber-Zwischenfällen gibt es nur wenige Unfälle. In Frankreich zumindest wurde kein solcher registriert, der zu Personenschäden geführt hätte. Jedoch gab es einige Zwischenfälle, bei denen das Cockpit durchschlagen oder Vögel von den Triebwerken angesaugt wurden; außerdem stellen die Rotorblätter gegenüber Vogelschlägen sehr empfindliche Teile dar.

Die Besonderheiten des Hubschrauber-Flugbetriebs liegen darin, daß Starts und Landungen oftmals auf dafür nicht besonders eingerichteten Flächen erfolgen, am Luftfahrzeug große Scheibenflächen vorhanden sind, bei niedriger Geschwindigkeit in niedrigen Höhen geflogen wird und die Strömungs- und Druckverhältnisse speziell sind.

Die Hubschrauberscheiben wurden getestet, um sicherzustellen, daß sie den BCAR-Forderungen entsprechen; in manchen Fällen war es dann erforderlich, von den ursprünglichen Planungen Abstand zu nehmen. Auch hinsichtlich der Triebwerkeinlässe wurden bestimmte Schutzvorrichtungen untersucht, die sich nach den technischen Eigenschaften des Triebwerkes richten mußten. Die Rotorblätter unterliegen zwar nicht speziellen Lufttüchtigkeitsanforderungen, jedoch wurde durch entsprechende Versuche und Untersuchungen eine weitgehende Vogelschlagfestigkeit sichergestellt.

Summary: The hazard created by birds for helicopters does not account for a large percentage of serious accidents. No fatal accident due to a bird strike has been recorded, to date, to Aerospatiale fleet. However, some cases of cockpit penetration and engine ingestion have indeed occurred. Furthermore the rotors must be proofed against birdstrike effects.

The particularities of helicopter operation are essentially: usage of unprepared areas for take-off and landings, necessity to provide for large transparent areas for pilot visibility, low speed, low altitude operations and no pressurization.

The helicopter windscreens are tested to show compliance with the relevant BCAR regulations, and in some cases it has been necessary to improve the initial design. The air intakes must be consistent with engine regulations regarding bird ingestion or protection. Tests are carried out to develop suitable protection and show compliance with engine regulations. Rotor blades are not subjected to any regulation, but it has assessed, through similar testing and strain measurements, that bird strikes have only minor effects on blade integrity.

1. Allgemeines.

Da Hubschrauber durch Vogelschlag grundsätzlich in gleicher Weise gefährdet sind, ist es erforderlich, bereits bei Planung der verschiedenen Typen dieses Risiko in Rechnung ziehen.

Die Vogelschlagstatistik ergab für Hubschrauber nur eine relativ geringe Unfallrate, und es konnte festgestellt werden, daß z.B. Überlandleitungen für diesen Luftfahrzeugtyp weit gefährlicher sind. Das hängt einmal mit der speziellen Form des Hubschraubers, dann aber auch mit seinen operationellen Besonderheiten zusammen. Im Vergleich mit Tragflächenflugzeugen operieren Drehflügler in Bereichen, wo unter normalen Gegebenheiten keine speziellen Maßnahmen gegen Vögel durchgeführt werden können. Dann sind an ihnen auch relativ große Scheibenpartien, die für ihre Einsätze in Bodennähe notwendig sind, durch Vogelschlag besonders gefährdet, ebenso wie die meist niedrige Flughöhe die Wahrscheinlichkeit eines Vogelschlages erhöht. Demgegenüber sind die geringen Fluggeschwindigkeiten und die Tatsache, daß Drehflügler im allgemeinen keine Druckkabine besitzen im Sinne der Flugsicherheit als positiv zu bewerten. So dürfte es bei Schutz des Hauptrotors sowie des Triebwerk-Ansaugschachtes möglich sein, das Vogelschlagrisiko zu minimieren.

Im Bewußtsein des Vogelschlagrisikos auch für Hubschrauber wurden verschiedene Bestimmungen erlassen, deren Erfüllung für die Musterzulassung erforderlich ist, und zwar:

- Für die Zelle gibt es lediglich in Großbritannien Bestimmungen, die eine spezielle Festigkeit gegen Vogelschläge vorschreiben (BCAR G-4-1-10).
- Für Triebwerke fordern sowohl amerikanische (FAR 33-77), britische (BCAR C-4-6 § 19) und europäische (JAR E) Vorschriften entsprechende Vorrichtungen. Diesen Lufttüchtigkeitsforderungen kann durch die Auslegung der Triebwerke selbst sowie durch Schutz der Ansaugöffnungen entsprochen werden.

Obwohl sich keinerlei Forderungen auf die Rotorblätter beziehen, wurden von Aerospatiale Versuche zur Vogelschlagfestigkeit dieser wichtigen Teile durchgeführt.

Um die Vogelschlagfestigkeit von Drehflüglern zu testen, wurden Cockpitscheiben, Ansaugöffnungen und Rotorblätter besonderen Versuchen unterzogen. Dabei verwendete man spezielle "Vogelkanonen", die in zwei verschiedenen Versuchslaboratorien Frankreichs konstruiert und gebaut wurden, und die mit einer Hochleistungskamera ausgerüstet sind.

2. Versuche mit Cockpitscheiben.

Entsprechende Tests wurden durchgeführt, um die Übereinstimmung mit den Forderungen der BCAR G-4-1-10 nachzuweisen. Der Vogelschlag wurde bei maximaler Vorwärts-Geschwindigkeit des Hubschraubers demonstriert. Die zu testende Vogelgröße war abhängig von dem maximalen Hubschrauber-Gesamtgewicht, d.h. Vogelgewicht von 4 lbs für Großhubschrauber. Von Aerospatiale wurde die Forderung aufgestellt, daß ein solcher Vogel kein Cockpit durchschlagen darf; allerdings können bleibende Deformierungen akzeptiert werden, wenn sie die Funktionstüchtigkeit der Gesamtzelle nicht beeinträchtigen.

Außer der angestrebten Erfüllung der Lufttüchtigkeitsbestimmungen will man bemüht, die Widerstandsfähigkeit auch im Hinblick auf Kosten und Gewicht zu optimieren durch konstruktive Auslegung aber auch durch Verwendung entsprechender Materialien. Am erfolgversprechendsten sind dabei vielschichtige Materialien mit hoher Energie-Absorptionsfähigkeit. Die entsprechenden Untersuchungen sind z.Z. noch im Gange, so daß endgültige Ergebnisse noch nicht vorgelegt werden können.

3. Versuche mit Triebwerk-Ansaugschächten.

Die erwähnten Lufttüchtigkeitsbestimmungen fordern, daß durch das Ansaugen von Vögeln bis 4 lbs Gewicht bei maximaler Fluggeschwindigkeit keine kritische Situation geschaffen werden darf, und daß der Schubverlust beim Ansaugen kleiner und mittelgroßer Vögel im Steigflug maximal 25 % betragen darf. Aerospatiale strebt an, daß das Ansaugen von Vögeln überhaupt verhindert wird, zumal ein Triebwerkschutz auch aus verschiedenen anderen FO - Gründen (Kompressorschäden durch Sand/Staub/Schnee/Wasser/Eis) empfehlenswert ist.

Aus den vorgenannten Gründen muß die konstruktive Auslegung des Ansaugschachtes entsprechend sein. Die Forderungen erstrecken sich auf statische "Intakes" gemäß SA 365C, AS 350, die bei frontaler oder seitlicher Anordnung gemäß AS 332, SA 365N, AS 355 mit einem Schutzgitter versehen sein müssen. Als optimale Schutzvorrichtungen gelten für Aerospace: Schneeschilder und Sandfilter.

Für dynamische "Intakes", die wegen ihrer besseren Leistung oftmals verwendet werden, gilt, daß sie durch Gitter vor kleinen und mittelgroßen Vögeln geschützt sein und nach Möglichkeit auch dem Eindringen von großen Vögeln widerstehen müssen. Ist letzteres nicht möglich, sind entsprechende Versuche an laufenden Triebwerken vorgeschrieben.

4. Versuche mit Rotorblättern.

Obwohl keine entsprechenden Forderungen bestehen, wurden derlei Versuche gleichfalls durchgeführt und die Ergebnisse den zuständigen Zulassungsbehörden vorgelegt. Ziel der Versuche war es, genaue Kenntnis von möglichen Schäden zu erhalten, mögliche Folgeschäden an den Rotortransmissionssystemen zu analysieren und die Ergebnisse auf die Rotorblatt-Auslegung zu übertragen.

Ziel des Testprogramms war die Untersuchung der Auswirkung von Vogelschlägen auf drei typische Rotorblattstellungen. Diese sind je nach Rotordurchmesser unterschiedlich aufgrund des Angriffswinkels, der zentrifugalen Spannung und der resultierenden Geschwindigkeitsvariationen. Die Testbedingungen sollten VNE plus lokale Geschwindigkeit aufgrund der Rotation des Rotorblattes simulieren sowie den tatsächlichen Angriffswinkel und die zentrifugale Spannung sowie das Auftreffen eines ca. 2 kg schweren Vogels untersuchen. Die Verifizierung eines mathematischen Analysemodells, das angewandt werden soll, um die Auswirkungen auf das Getriebe und die Übertragbarkeit auf andere Muster zu bestimmen, verlangte eine sorgfältige Messung der Schwingungsmodi des Blattbereichs und eine zeitliche Aufzeichnung der Belastungsstufen. Dies geschah durch den Einsatz von Dehnungsmeßgeräten und Meßschaltungen.

Diese beschriebenen Vogelschlagversuche haben sehr zufriedenstellende Ergebnisse bei AS 332 Blattsektoren ergeben. Lokaler Schaden war auf geringe Einbeulungen begrenzt und zeigte weder Ablöse- noch Schwächungs-

erscheinungen, die eine Werkstattreparatur erfordert hätte. Die Auswirkungen auf das Getriebesystem unterschieden sich nicht signifikant von der Beanspruchung im normalen Betrieb. Das mathematische Modell wurde verifiziert und steht auch für Versuche mit anderen Typen zur Verfügung.

5. Literatur.

BREMOND, A. (1986) : Helicopter Birdstrike Resistance. BSCE 18, Working Paper 28. Copenhagen.

Anschrift des Verfassers:

A. Bremond
Centre Essais Aéronautique de Toulouse
23 Avenue J. Guillaumet
31056 Toulouse Cedex - France.

