

Stefan Andreas Ritt
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
Stuttgart

info-pks@dlr.de

Florian Höfer
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
Stuttgart

info-pks@dlr.de

Drohnenschlag auf Hubschrauberscheiben

Zunehmend werden Drohnen in der Nähe von Hubschraubern gesichtet. Für Hubschrauber im Einsatz stellt auch die absichtlich herbeigeführte Kollision mit einer Drohne eine mögliche Gefahr dar. Ziel ist es, die Gefährdung von Piloten durch Drohnenschlag im Vergleich zum Vogelschlag zu bewerten. Dazu werden überprüfte Computermodelle sowohl der Struktur als auch der Drohne und des Vogels eingesetzt.

Die Randbedingungen für dieses Forschungsgebiet werden durch zulassungsrechtliche Anforderungen und kommerzielle Entwicklungen gesetzt. Die Vogelschlagsicherheit ist seit vielen Jahren eine „harte Forderung“ für mittlere und schwere Hubschrauber im Rahmen der Lufttüchtigkeitsanforderungen der EASA CS-29. Der Nachweis muss dabei mittels eines 1 kg schweren Vogels bei der maximalen Fluggeschwindigkeit geführt werden, wobei unkritische Beschädigungen jedoch erlaubt sind. Ein mögliches Drohnenschlag-Szenario resultiert daraus, dass neuerdings Kleindrohnen sehr stark im gleichen Luftraum wie Hubschrauber und Vögel vertreten sind.

Für die Bewertung von Drohnenschlag wurde eine parametrische Modellierung von Multikoptern aufgebaut. Abgeleitet und dann validiert wurde das Modell mit dem am weitesten verbreiteten Quadcopter (vier Arme/Rotoren) inklusive seiner Komponenten Akkumulator (Abb. 1) und Motoren (Abb. 2). Auch im Bereich des Vogelschlags wurden Modelle parametrisch erzeugt, um damit künstliche Vögel unterschiedlicher Massen und Formen zu generieren. Die Form ist zwar von echten Vögeln abgeleitet, sie ist aber bislang nicht standardi-

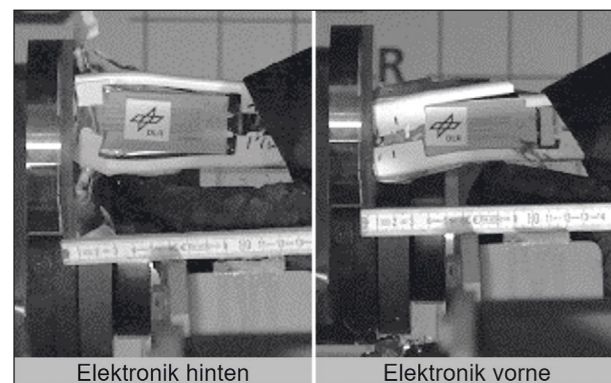


Abb. 1: Aufprallmessung eines Akkumulators einer Kleindrohne bei etwa 110 km/h mit unterschiedlicher Orientierung

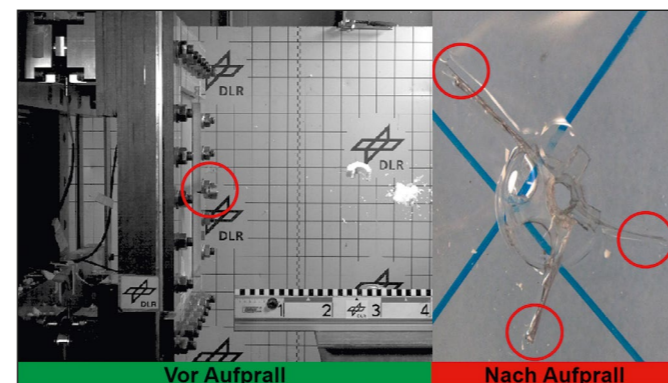


Abb. 2: Aufprall des Motors einer Kleindrohne bei etwa 580 km/h auf eine Polycarbonatscheibe von 6 mm Dicke mit Perforation und Rissen

siert. Die Normierung ist eines der Themen in der vom DLR gestarteten internationalen Arbeitsgruppe SAE G-28. Dort wird auch die DLR eigene Forschung zu einem verstärkten Kunstvogel (reinforced artificial bird, RAB) eingebracht, der auf die in der Industrie und Forschung übliche Formen übertragbar ist (Abb. 3). Der Kunstvogel vereinfacht die Versuche und ermöglicht darüber hinaus Ergebnisse, die im Vergleich zum Echtvogel eine höhere Reproduzierbarkeit aufweisen.

Neben der Modellierung der Impactoren in der numerischen Simulation konzentriert sich die Forschung auch auf die Berechnung von realistischen Impact-Szenarien auf Strukturen. Dafür sind besonders effiziente Ansätze notwendig, um eine Vielzahl von möglichen Lastfällen berechnen zu können. Die Validierung erfolgt dabei über Bauteilversuche, die zunehmend durch numerische Simulationen vor- und nachbereitet werden (Abb. 4).

Grundlage der Forschungsarbeiten ist die mechanische Charakterisierung, die bei Details beginnt und über Komponenten bis zum Vollmaßstab geht. Dabei wird die Energiedissipation sowohl der fliegenden Struktur als auch des auftreffenden Fremdkörpers betrachtet, da beide für die Schädigung verantwortlich sind. Trotz der vergleichbaren Masse von Kleindrohne und Vogel ist die Materialbeschaffenheit dieser beiden Impactoren natürlich sehr unterschiedlich.

Die Forschung am DLR konzentriert sich auf die häufig von Vogelschlag betroffene Frontscheibe und es wird hier insbesondere mit Polycarbonat gearbeitet. Dieses Material weist sehr gute mechanische Eigenschaften auf, muss zur Erreichung von Härte und UV-Schutz jedoch beschichtet werden. Die erste

industrielle Anwendung zielte auf den schnellen Hubschrauber RACER, für den das DLR einen Scheibendemonstrator entwickelte.

Dieser Demonstrator – bestehend aus Scheibe, Beschichtungen, Klebung und Kanzelrahmen – wurde als Validierungsobjekt bei vergleichbaren Aufprallbedingungen von Drohne und Vogel herangezogen. Daran wurde bewertet, unter welchen Aufprallszenarien die Sicherheit von Piloten und Passagieren gegeben ist. Die Tests an dieser fast 10 mm dicken Scheibe zeigten, dass ein direkter Durchschlag durch die Scheibe bei beiden Szenarien nicht auftritt (Abb. 5).

Inwieweit ein möglicher Drohnenschlag auch die Struktur von bereits im Einsatz befindlichen Hubschraubern mit weit dünneren Scheiben gefährdet, ist Gegenstand der aktuellen Forschung. Aber neben der Scheibe geht es auch darum, die Belastungen an Klebung und Kabinenrahmen zu untersuchen.

Aufbauend auf den Quadcopter-Drohnen werden die Untersuchungen zur Simulation des Aufpralls von Drohnen mit starrem Flügel fortgesetzt. Dies konzentriert sich auf die EASA Kategorie C2 der kommerziell sehr erfolgreichen Kleindrohnen mit bis zu 4 kg Abfluggewicht.

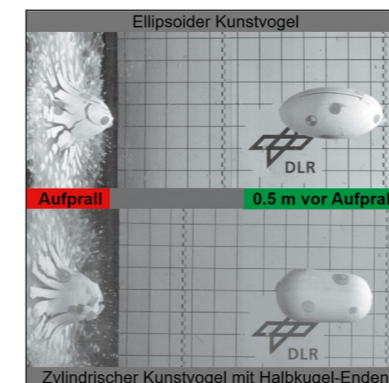


Abb. 3: Vergleichender Aufpralltest mit zwei Kunstvogelformen (verstärkter DLR-Kunstvogel RAB mit 1.0 kg) bei über 410 km/h auf eine Messvorrichtung

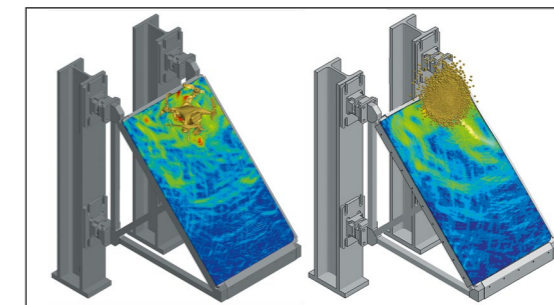


Abb. 4: Numerische Simulation von Drohnenschlag (links) und Vogelschlag (rechts) bei 410 km/h auf einen Demonstrator einer Hubschrauberkanzel bestehend aus Scheibe und Rahmen, der auf ein Versuchsgerüst montiert ist

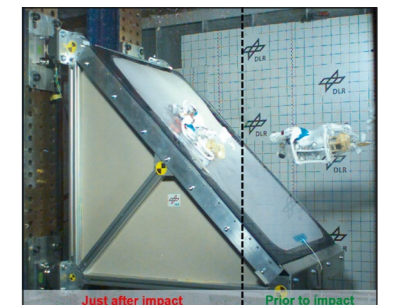


Abb. 5: Aufpralltest mit einer Quadcopter-Kleindrohne mit 1.2 kg Gewicht bei über 410 km/h auf einen Demonstrator einer Hubschrauberkanzel