

Flug mit Außenlast

Wird zum Transport von Lasten kein Kran eingesetzt, weil zum Beispiel das Gelände unzugänglich ist, übernimmt meist ein Hubschrauber die Aufgabe. Dabei kam es zu schweren Unfällen. Die BG Verkehr hat untersucht, welche Lastaufnahmemittel für den Transport von Außenlasten geeignet sind.



Ein Hubschrauber des Typs Eurocopter AS 332 Super Puma während der Aufnahme von Messdaten. Der Zeitaufwand für das Erfliegen einer Messreihe betrug bis zu drei Tagen.

Bei Transport- oder Montageflügen gibt es immer wieder Unfälle, deren Ursache falsch ausgewählte oder nicht geeignete Lastaufnahmemittel sind. Als Lastaufnahmemittel kommen überwiegend Stahl- oder Kunststoffseile zum Einsatz. Ein unter Last stehendes Seil kann beim plötzlichen Entlasten unkontrolliert hochschlagen – zum Beispiel nach einem Bruch des Seiles oder beim Verlust der Last. Das ist eine tödliche Gefahr, denn das hochschlagende Seil oder andere Bestandteile der komplexen Lastaufnahmemittel können in den Haupt- oder Heckrotor gelangen und damit den Hubschrauber massiv beschädigen. So kam es beispielsweise beim Transport eines Segelflugzeuges im Rahmen einer Erprobung von Sicherheitssystemen zu einem tödlichen Unfall. Der Helikopter hatte dazu bereits an mehreren Tagen das Segelflugzeug sicher in die notwendige Ausgangshöhe befördert. Am Unfalltag stieg der Heli in die Höhe und begann zusätzlich mit dem Vorwärtsflug. Nach kurzer Zeit begann sich das Segelflugzeug aufzuschwingen und unter heftigen Bewegungen lösten sich die Befestigungen der Anschlagmittel. Das zuvor unter starker Spannung stehende und relativ elastische Lastenseil schleuderte in die Hauptrotorebene und zerstörte den Hauptrotorkopf weitgehend. Der Hubschrauber prallte unkontrolliert auf den Erdboden und wurde vollständig zerstört.

Hochschlagverhalten war relativ unklar

Das Hochschlagverhalten unterschiedlicher Stahl- oder Kunststoffseile bei Bruch der Verbindung zur Last und der damit im Zusammenhang stehenden plötzlichen Entlastung war bislang relativ unklar, ist für die Auswahl geeigneter Seile aber von größter Bedeutung. Die Abteilung Prävention der BG Verkehr griff daher das Thema auf und begann mit der systematischen Untersuchung dieser speziellen Seileigenschaft. Damit betraten wir praktisch Neuland und aus den ersten Überlegungen wurde schnell ein eigenes Forschungsprojekt. Nach Abschluss der theoretischen Bearbeitung des Themas folgten bald praktische Tests. Auf einem großen Wertfeldgelände in Hamburg führte die BG Verkehr mit den Projektpartnern die ersten Versuche zum Hochschlagverhalten von Lastaufnahmemitteln durch. Dabei kam unter anderem ein riesiger Werftenkran zum Einsatz.

Schnell wurde klar, dass ein großer Teil der im zivilen und militärischen Bereich verwendeten Lastaufnahmemittel ungeeignet war. Einige der getesteten Seile aus verschiedensten Werkstoffen und mit unterschiedlicher Konstruktion verhielten sich wie ein Gummiband und hätten im Ernstfall den Boden oder den Rotor des Hubschraubers beschädigen können. Die entsprechenden Daten und Ergebnisse wurden in mehr als 230 Einzelversuchen zusammengetragen.

Vertikaler Versuchsaufbau zur Beurteilung des Hochschlagverhaltens auf dem Gelände der Blohm + Voss Werft in Hamburg. Damit wurden Lastenseile bis zu einer Länge von 40 m getestet.



Ein Ergebnis der Versuche: Nicht drehfreie Stahlseile und gewobene Polyamid-Hebebänder sowie Seilgeflechte mit großer Konstruktionsdehnung (z. B. Polyamid- und Kreuzgeflechte) sind als Lastaufnahme- oder Anschlagseil nicht geeignet!

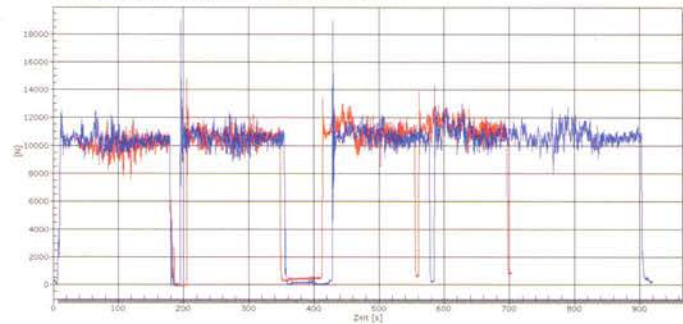
Unerwartet hohe Schwingungsbelastung

Auf die statischen Versuche schlossen sich in den folgenden Jahren Tests am Lasthaken von Hubschraubern an. Die Projektleitung entwickelte ein spezielles Mess-Equipment, mit dem die dynamischen Einflüsse und Kräfte erfasst werden, die beim Lastentransport auf die Lastaufnahme-mittel wirken. Die Messungen erfolgten einerseits bei Messflügen und andererseits im Rahmen der alltäglichen Arbeit mit dem Hubschrauber. Bereits nach kurzer Zeit zeigten sich erstaunliche Messdaten: Dass bei der Lastaufnahme oder -ablage Lastspitzen entstehen können, war bekannt. Überraschend waren aber die Höhe und Dauer der Schwingungsbelastungen bereits bei normalen Flugmanövern. Teilweise wurden Belastungen in den Seilen induziert, die dem Mehrfachen der statischen Last entsprechen. Die unerwartet hohen Lastspitzen in Verbindung mit einer erheblichen Einwirkdauer (bis zu mehreren Sekunden) können die Standzeit einer Lastaufnahme-einrichtung verkürzen.

Praktische Konsequenzen

Die Ergebnisse der Messungen machten eine Erhöhung der Dimensionierungsfaktoren für Lastaufnahme-mittel und der damit verbundenen Materialsicherheit unumgänglich, was Fachexperten aus dem In- und Ausland bestätigten. Gleichzeitig gelang es, die Frage des sinnvollen Einsatzes eines Dämpfungsgliedes weitgehend zu beantworten. Der Einsatz eines Dämpfers (im eigentlichen Sinn eine Feder mit entspre-

Induzierte Kräfte im Lastenseil



In Newton über der Zeit in Sekunden. 14 mm DY1, links Beton 1050 kg, rechts Lastennetz 1060 kg. **Rote Linie:** Zugkraft [3] mit Dämpfungsglied, **blaue Linie:** Zugkraft [4] ohne Dämpfungsglied. Der Lastwechsel von der Beton- auf die Netzlast erfolgte nach etwa 400 Sekunden. Kommen Dämpfungsglieder zum Einsatz, sind deutlich geringere Kraft- bzw. Lastspitzen zu erkennen.

WEITERE INFORMATIONEN

Weitere Informationen erhalten Sie auf der Internationalen Luft- und Raumfahrt-ausstellung Berlin (ILA Berlin Air Show) vom 1. bis 4. Juni, dort ist die BG Verkehr mit einem Messestand vor Ort.

www.ila-berlin.de, www.bg-verkehr.de, www.air-work.com

chend weicherer Federcharakteristik als die des Lastenseils) ist unter Beachtung folgender Regeln sinnvoll:

- ▶ Kommen Dämpfungsglieder zum Einsatz, müssen sie zwischen Luftfahrzeug und Lastaufnahme-mittel platziert werden.
- ▶ Der Einsatz von Dämpfungsgliedern am unteren Seilende wird nicht empfohlen (z. B. Probleme bei der Handhabung, Verstärkung des Hochschlagens).
- ▶ In Bezug auf das Hochschlagen ist die Benutzung von extrem kurzen Lastenseilen mit einem Dämpfungsglied problematisch.
- ▶ Die Dimension eines Dämpfers muss auf das Fluggerät, aber auch auf die verwendeten Materialien der Lastaufnahme-einrichtung, abgestimmt sein.

Ein richtig dimensionierter und von Fachleuten hergestellter Dämpfer kann Lastspitzen nachweislich um mehr als 30 Prozent reduzieren. Alle Projektpartner gehen davon aus, dass sich geringere Lastspitzen nicht nur positiv auf die Lebensdauer aller Seiltypen, sondern auch auf den Wartungsaufwand des Hubschraubers auswirken.

Die Versuchsreihen und -ergebnisse wurden zeitnah und umfassend auf Informationsveranstaltungen, Seminaren und Messen vorgestellt. Das Interesse der Hubschrauberbranche ist enorm und für die nächste Zeit sind bereits neue Flugversuche, etwa zur Optimierung der Wirkung von Dämpfungsgliedern geplant.

In diesem Zusammenhang möchten wir uns bei den Projektpartnern, der Fliegergruppe und der Fliegerstaffel Blumberg der Bundespolizei sowie der Firma AirWork & Heliseilerei (vertreten durch Enrico Ragoni) aus der Schweiz für ihr Engagement und ihren Einsatz bedanken. Unser Dank gilt außerdem der Firma Airbus Helicopters (vormals Eurocopter Deutschland) und der Berner Fachhochschule Burgdorf, die an den Versuchen zum Hochschlagverhalten von Seilen in den Jahren 2012 und 2014 beteiligt waren.

Stephan Elfert