



Aktive Schwingungsdämpfung, mit der sich die Fa. CONRADT in Allensbach seit ca. 10 Jahren u.a. beschäftigt, spielt mit immer leichter und steifer werdenden Konstruktionen eine besondere Rolle, da jede Resonanz irgendwann einmal das „Leben“ durchkreuzt. Ein patentiertes Verfahren von CONRADT erlaubt, sich exakt an Masse-Feder-Dämpfung anzupassen. Auf wenige Atomdurchmesser genau stabilisiert dieses Verfahren beispielsweise eine Halbleiterbelichtungsanlage und ersetzt dadurch mehrere

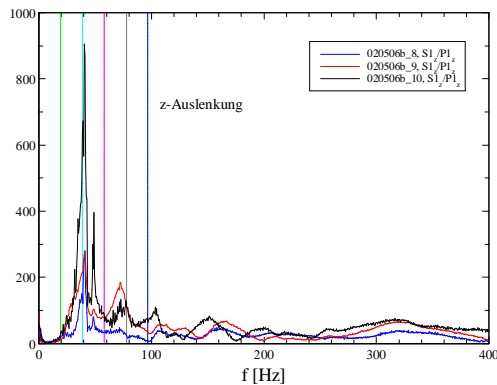
Tonnen Beton. Als Voraussetzung für eine gute Schwingungsdämpfung ist klarerweise eine entsprechend gute Schwingungsmessung unabdingbar. Schwingungsmessungen zusammen mit fundierten Empfehlungen und Konstruktionsvorschlägen zur Vermeidung von Schwingungen wuchsen als zusätzliches Standbein, der Helikopter ist ein Beispiel hierfür. Neben Schwingungen entwickelt bzw. produziert CONRADT Industriefunkkomponenten mit hochgenauen Messgeräten für Qualitätssicherung und Prozesssteuerung, die weltweit vertrieben werden. Sicherheitssysteme für Personenkontrolle erscheinen auf den ersten Blick als themenfremd, gliedern sich bei genauem Hinsehen jedoch nahtlos in das HighTech-Portfolio von CONRADT ein.

Mit 6,5 Umdrehungen pro Sekunde erzeugt der Hauptrotor eines Helicopters äußerst starke Vertikalanregungen des gesamten Hubschraubers. Bei 3 Rotorblättern „sieht“ der Helikopter Kräfte mit 19,5 Hz an sich rütteln, bis zur 5-ten Harmonischen ist die Amplitude unwesentlich abgeklungen. Dies korreliert mit dem „Knattergeräusch“, welches man bei einem Hubschrauberüberflug wahrnimmt. Neben dem starken Anregungsspektrum des Hauptrotors kommt das weit weniger störende Spektrum des Heckrotors (bei diesem Typ) mit ca 98 Hz und seinen Harmonischen hinzu. Der Hauptrotor regt das Gesamtsystem bei starkem Steigflug (10 m/s aufwärts!) bevorzugt in Vertikalrichtung an, Bei Seit-, Vorwärts- und Rückwärtsflug treten zusätzlich noch Quer- und/oder Längsanregungen des Helicopters auf. Die Drehzahl des Hauptrotors bleibt in der Regel konstant, sämtliche Beschleunigungen werden allein durch Verkippen der Rotorblätter mittels der Taumelscheibe erreicht.

Hat ein Luftfahrtgerät einmal seine Zulassung erhalten, so ist es praktisch unmöglich, an einer vorhandenen Befestigung weitere Komponente anzubringen, obwohl weder Stabilität noch Schwingungsmessung dagegensprechen: Es spricht ein riesenhafter Verwaltungsapparat dagegen... Es wird also an Halterungen und Befestigungen, an freigegebenen Bohrlochern montiert, so dass ein wahrer Wildwuchs an langarmigen, strebenreichen Konstruktionen entsteht, der, wen wundert es, extrem schwingungsanfällig ist. In Kombination von Finitelementberechnungen (Fa. SACHS-engineering) mit Schwingungsanalysen gelingt es, eine Konstruktion zu erstellen und die unangenehmen Resonanzen zwischen die Frequenzen der starken Hauptrotoranregung zu platzieren.

Haben Sie schon einmal versucht, einen tonnenschweren Helicopter gezielt in Schwingungen zu versetzen oder gar auf den ganzen Hubschrauber einen Kraftpuls entsprechender Größe zu geben? Spätestens jetzt wird klar, dass man sich genügend Gedanken über mechanische Suszeptibilitäten, Anregungspfade etc. machen sollte, um zu einer vernünftigen Aussage zu kommen. Wenn einerseits das anregende Gesamtsystem sehr schwer und das zu untersuchende Teilsystem im Vergleich dazu sehr leicht ist, ist außerdem ein

außerordentlicher Dynamikbereich der Amplitude des Meßsystemes gefordert, den der OROS OR36 Multi-Analysator, welchen wir hier verwenden, abdeckt.



Um zu einer verwertbaren Aussage zu kommen, ist also eine sorgfältige und gut durchdachte Wahl der Messpunkte und der Anregungspunkte gefordert. Wir verwenden hier nur Tri-Axialsensoren um in den Matrizen der Übertragungsspektren jede Antwort auf die Rotoranregung sofort zu erkennen. In nebenstehender Messung findet man als Beispiel eine ausgeprägte Resonanz des Prüflings in z-Richtung (also der Hauptanregungsrichtung des Rotors) deutlich zu nah an der zweiten Harmonischen des Hauptrotors. Da der Abstand der Harmonischen

ähnlich der Linienbreite der Resonanzen ist, bekommt man ein Gefühl für die Problematik dieser Aufgabe.

Die Messungen fanden im Mai 2006 statt, mittlerweile besitzt der Helicopter eine vorläufige Flugerlaubnis.

CONRADT Mess- und Regeltechnik, Lindenweg 2, D-78476 Allensbach, t: +49.7533.97660, f: +49.7533.97661, e: info@conradt.com, i: www.conradt.com, Ansprechpartner: Dr. Robert Conradt