



Dieser Bericht wird zur Verfügung gestellt von

# ROTOR

Hubschrauber-Modellflug  
kompetent | informativ | seriös

AUSGABE 11/2015

## INHALT:

### Unterwegs

- 18 2. Heli-Meeting Graner Berg
- 40 JetPower-Messe 2015
- 46 20 Jahre Modellturbinen aus dem Hause Jakadofsky
- 56 Huey- und Scaletreffen

### Scale

- 10 Flettner 107 »Panda«
- 36 Big Lama im Maßstab 1:2,5
- 50 Bell 206B III JetRanger
- 76 Fort Rucker:

### Praxis

- 58 Workshop:  
Gewinde schneiden

### Vorstellung

- 20 GAUI R5
- 26 ViRA Vibrationsanalyse
- 30 Taranis X9E
- 62 High Score FBL
- 64 Realflight 7.5
- 72 RotorStar-Motoren



Sie möchten ROTOR regelmäßig, pünktlich und bequem in Ihrem Briefkasten haben? Sie wollen keine Ausgabe mehr versäumen? Dann sollten Sie ROTOR jetzt im Abonnement bestellen.

Es warten tolle Prämien auf Sie!

Besuchen Sie auch unseren Onlineshop und entdecken Sie actionreiche DVDs, informative Bücher und vieles mehr!

Klicken Sie sich  
einfach rein

**ROTOR**





## No Vibrations, please!

# Vibrationsanalyse mit ViRA

Die ViRA-Hardware besteht aus einem Mikrocontroller (links) der über ein vierpoliges Kabel fest mit dem Beschleunigungssensor (rechts) verbunden ist. An der Vorderseite des Mikrocontrollers befindet sich eine Mikro-USB-Buchse, die zum Anschluss am Computer dient.



Mit dem selbst entwickelten Tool ViRA bietet das Unternehmen pean-engineering eine Lösung an, um möglichen Ursachen für Vibrationen an Flugmodellen auf den Grund zu gehen und effektive Optimierungen für ein einwandfreies Flugverhalten vornehmen zu können. Was es genau mit diesem Tool auf sich hat, und inwieweit auch »Normalpiloten« einen Nutzen von diesem kleinen Helfer haben, weiß Frederick Winkle zu berichten.

Unter dem Motto »The best Vibration is no Vibration« vertreibt die Firma pean-engineering ihr innovatives Tool zur Auswertung von Vibrationen am Flugmodell und voraussichtlich auch bald zur Maschinenüberwa-

chung in der Industrie. Der Slogan und die Versprechen des Herstellers machen neugierig, und im Hobbybereich ist die Verlockung meist besonders groß, sich etwas neues, spezielles anzuschaffen – sei es der Racing-Sprit von der Tanke, der Sportauspuff oder ein Riesenspoiler am Heck. Im professionellen Einsatz sicherlich sinnvoll, doch bei einem Serienfahrzeug lässt sich über den Sinn solcher Investition diskutieren.

Unser Praxistest soll zeigen, was ViRA (Vibration Reporting & Analysis) wirklich kann. Ist das System auch für die »Serienmodelle« der Heli-szene sinnvoll oder nur etwas für Freaks und kommerzielle Heli-Piloten?

An unserem T-Rex 550L soll ViRA seinen Nutzen unter Beweis stellen. Wir wollen sehen, ob die Auswertung wie erwartet funktioniert und das System richtig arbeitet. Bis auf einen bereits eingeflogenen

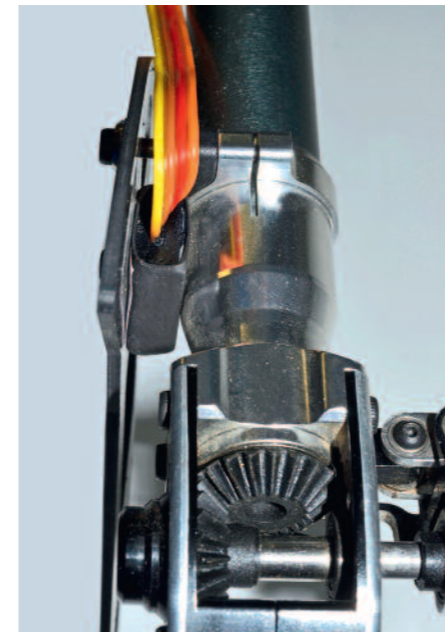
Vierblatt-Rotorkopf für ein anstehendes Scale-Projekt ist an unserem T-Rex alles serienmäßig und Vibrationen sind auf den ersten Blick eigentlich nicht erkennbar.

### Software-Installation

Die benötigte ViRA-Software kann kostenlos von der Hersteller-Webseite [www.pean-engineering.com/download](http://www.pean-engineering.com/download) heruntergeladen werden; die anschließende Installation der Software geht unter Windows schnell und einfach von der Hand. Als weitere (und einzige) Maßnahme muss der Anwender am Bildschirmmenü noch den Reiter »Setup« öffnen und per Mausklick einen Gerätetreiber für den ViRA-Sensor installieren.



Hier ist die ViRA-Hardware mit Klettbandern an einem Heckausleger befestigt. Bei Bodenläufen kann die Verbindung zum Computer über ein USB-Kabel hergestellt werden – alternativ dazu ist auch eine kabellose Datenübertragung mittels Bluetooth möglich.



Der Beschleunigungssensor muss möglichst direkt und spielfrei am Heli befestigt werden (oben). In diesem Anwendungsbeispiel wurde der Sensor hinter die Seitenflosse geklemmt

Der im Text beschriebene Versuchsaufbau zur Analyse von Heckrotorschwingungen. Aus Sicherheitsgründen sollte hierbei die Heckrotorsteuerung deaktiviert werden (rechts oben).

Sobald alles bereit ist, wird die ViRA-Hardware mittels Micro-USB-Kabel mit dem Computer verbunden; alternativ dazu kann man auch eine drahtlose Bluetooth-Verbindung aufbauen. Anschließend folgt ein Klick auf den Start-Button am Computerbildschirm und schon sieht man eine farbige Zackenlinie in einem Koordinatensystem. In unserem Fall wird schon eine Drehzahl von 5.410 U/min am Bildschirm ausgegeben, obwohl der Sensor noch auf dem Tisch liegt.

Des Rätsels Lösung: Der kaum wahrnehmbare Lüfter unseres Notebooks war dem ViRA-Sensor nicht verborgen geblieben und wurde sofort aufgezeichnet. Erst als der Sensor auf einem separaten Tisch lag, sanken die Messwerte annähernd auf Null – schon mal sehr vielversprechend!

### Und los geht's

Softwareseitig wird das ViRA-System recht unkompliziert mit den Daten unseres T-Rex vertraut gemacht. Hier genügt die Eingabe der Übersetzungsverhältnisse von Haupt- und Heckrotor sowie des erwarteten Drehzahlbereichs des Hauptrotors. Anhand dieser Daten errechnet die Software die Drehzahlen von Heckrotor und Antriebsmotor automatisch. Eine ausführliche Anleitung zu diesem Setup und ein beispielhaftes Tutorial zur Heckrotoroptimierung sind im Download-Bereich der Hersteller-Seite kostenlos erhältlich.



Um nun eine genaue Analyse des Schwingungsverhaltens unseres T-Rex-Heckrotors durchzuführen, befestigen wir den kompakten ViRA-Sensor möglichst nahe am Heckrotor, indem wir ihn kurzerhand hinter die Seitenflosse klemmen. Der hochempfindliche Sensor kann Vibrationen am sichersten detektieren, wenn er möglichst direkt und spielfrei am Heli befestigt ist.

Auf eine Befestigung des Sensors mittels Klettband oder gar Foam-Tape, wie es bei

FBL-Systemen verwendet wird, sollte daher tunlichst verzichtet werden. Hier gilt: Je höher die Frequenz der zu messenden Vibrationen, desto direkter muss die Verbindung zwischen Sensor und Bauteil sein. Im Gegensatz dazu sollte der komplette Heli bei den Testläufen möglichst weich aufgestellt werden, beispielsweise auf einer Styropor-Platte.

Grundsätzlich sollte auch die Heckrotor-Ansteuerung während der Testläufe am Boden gekappt werden, damit der Heck-Gyro nicht ungewollte Steuerbewegungen ausführen kann. Die ViRA-Anleitung empfiehlt hierzu die Heckrotor-Steuerstange auszuhän-

gen, wir bevorzugen jedoch das Ausstecken des Heckrotor-Servos, da der Heckrotor besser in seiner Neutrallage gehalten wird, solange er mechanisch mit dem (deaktivierten) Servo verbunden ist. Zudem haben wir auch noch die Hauptrotorblätter entfernt.

In unserem ersten Test analysieren wir die Heckrotor-Schwingungen unseres T-Rex. Hierfür bringen wir den Heli mittels Sender auf Drehzahl, wobei sich am Bildschirm des angeschlossenen Computers eine gezackte

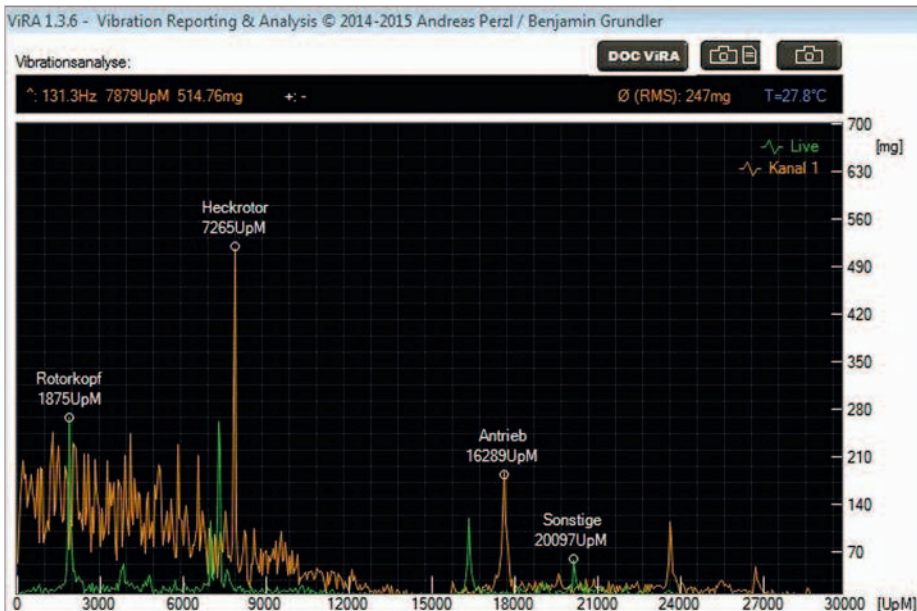
### Was sind Vibrationen, und warum sind sie am Heli so kritisch?

Zunächst einmal sollte man sich klar machen, dass Vibrationen am Modellhubschrauber nicht nur ein ästhetisches Problem sind. Vibrationen sind stets ein sicheres Anzeichen für schädliche oder gar gefährliche Unwuchten in den Rotoren!

Der Begriff »Rotor« steht übrigens in der Auswuchttechnik für eine beliebige, sich drehende Komponente. Hier wird also auch ein Zahnrad oder eine einfache Welle als »Rotor« bezeichnet. Sobald einer dieser Rotoren um eine feste Achse rotiert, muss seine Masse gleichmäßig um diese Rotationsachse verteilt sein. Dabei gilt: Je höher die Drehzahl oder die Masse, desto wichtiger ist die gleichmäßige Verteilung! Ist dies nicht der Fall, führt dies immer zur Vibrationen und daraus resultierend zu Verschleiß und Materialermüdung – oder im Extremfall sogar zur vollständigen Zerstörung des Modells.

Um Schwingungen und Vibrationen entgegenzuwirken gibt es drei Möglichkeiten: positiver oder negativer Ausgleich der Unwucht oder verändern der Rotationsachse. Für den Modellbauer heißt das am Beispiel des Hauptrotors, dass entweder eine zusätzliche Masse an einem Rotorblatt angebracht beziehungsweise entfernt werden muss, oder ein Hauptrotorblatt länger als das andere sein muss.

Da wir jedoch weder unterschiedlich lange Rotorblätter montieren, noch an einem Rotorblatt Material entfernen wollen, bleibt nur die Methode des positiven Ausgleichs. Hierfür nehmen wir ein gut haftendes Klebeband und erhöhen damit schrittweise die Masse des leichteren Rotorblatts.



Darstellung der Vibrationsverursacher am Bildschirm. Anhand der bekannten Systemdrehzahlen kann die ViRA-Software einzelne Komponenten automatisch identifizieren und entsprechend kennzeichnen.

Kurve mit einzelnen Spitzen über der Drehzahlachse aufbaut. Die Spitzen werden von der ViRA-Software anhand der bekannten Drehzahlen automatisch mit »Rotorkopf«, »Heckrotor« und »Antrieb« beschriftet.

In unserem Fall zeigt die Vibrationskurve des Heckrotors einen maximalen Wert von knapp 560 mg (= Maßeinheit für die Schwingbeschleunigung) und wir sind neugierig, ob das Vertauschen der beiden Heckrotorblätter an dieser Stelle bereits eine Verbesserung bringt.

Nach dem Tausch schlägt die Vibrationskurve im Bereich der Heckrotordrehzahl mit fast 1.300 mg wesentlich stärker aus als zuvor, woraufhin wir den Tausch der Heckrotorblätter wieder rückgängig machen. Zum Vergleich der beiden Testläufe dient hierbei die Snapshot-Funktion der ViRA-Software,

mit deren Hilfe mehrere unterschiedlich eingefärbte Vibrationskurven gleichzeitig darstellbar sind.

Da das Vertauschen der Heckrotorblätter nicht zum Erfolg geführt hat, verwenden wir jetzt Klebeband, um probeweise die Masse eines der beiden Heckrotorblätter zu erhöhen. Dank ViRA erhalten wir wenige Sekunden später das Ergebnis: Der Vibrationspegel ist gesunken, wir haben also das richtige Blatt erwischt. Ein weiteres, kurzes Stück Klebeband am selben Heckrotorblatt sorgt dann für einen nahezu vibrationsfreien Heckrotor.

Die hier genannte »Probiermethode« mit dem Klebeband ist natürlich nicht neu, aber dank ViRA ist die Auswirkung der Maßnahme exakt messbar und nicht mehr vom Bauchgefühl abhängig. Besonders interessant wird es, wenn – wie so oft in der Praxis – mehrere Vibrationsquellen zusammenkommen. Unvollständig gewuchtete Rotorblätter, unsauberer Blattspurlauf, Hauptrotordrehzahl im Resonanzbereich, knappes Zahnspiel und ausgeschlagene Lager sind hier

## LIEFERUMFANG & PREISE

### Lieferumfang

- ▶ Basiseinheit inkl. USB-Anschluss
- ▶ Micro-USB-Kabel
- ▶ Sensor (Beschleunigung und Drehrate in 3-Achsen)
- ▶ JR-Steckverbindung für Stromversorgung bei HoTT-/Jeti-Telemetrie
- ▶ Anschluss für Bluetooth-Module bei entsprechender ViRA-Variante (empfohlen wird Modell HC-06)

### Preise

- |  |        |
|--|--------|
| ▶ ViRA USB                                     | € 70,- |
| ▶ ViRA USB, HoTT, Jeti                         | € 80,- |
| ▶ ViRA USB, HoTT, Jeti, Bluetooth              | € 90,- |
| ▶ ViRA Bluetooth-Aufrüstung (nur für 1. Serie) | € 15,- |

### Bezug

- ▶ [www.pean-engineering.com](http://www.pean-engineering.com),
- E-Mail: [ViRA@pean-engineering.com](mailto:ViRA@pean-engineering.com)

die häufigsten Fälle. Mit etwas Erfahrung lassen sich all diese Probleme mit ViRA in Bodenläufen lokalisieren und ganz gezielt mit den üblichen Maßnahmen beseitigen.

### Unser Fazit

Für wen ist denn nun das ViRA-Tool? Unserer Meinung nach für alle Perfektionisten! Und Perfektionist sollte man als Flugmodellbauer eigentlich grundsätzlich sein. So vielseitig wie das Spektrum von Schwingungen und Vibrationen im Modellbau, sind auch die Einsatzmöglichkeiten des neuen Analyse-Tools, das dank kompakter Bauweise und drahtloser Bluetooth-Übertragung sehr flexibel einsetzbar ist.

Nach kurzer Einarbeitung in die ViRA-Welt sollte jeder Modellbauer in der Lage sein, störende Vibrationsquellen an seinem Heli zu identifizieren, um sie mit Hilfe eigener Erfahrung und bewährten Methoden zu beseitigen. Eigentlich ganz nach dem Motto: »The best Vibration is no Vibration!«



Dieser T-Rex 550 wurde für ein anstehendes Scale-Projekt mit einem Vierblattrotor ausgestattet und fliegt dank ViRA nahezu vibrationsfrei – eine wichtige Voraussetzung für einen Rumpfeinbau!

