Anwendungsbeispiel: 3D-Bewegungsanalyse

Bauteilentwicklung: Verformungsanalyse eines Lüfters im Betrieb

Messsysteme: PONTOS
Keywords: Rotation, Schaufelverformung

Die globalen und lokalen 3D-Verschiebungen und 3D-Deformationen eines Lüfters mit einer Geschwindigkeit von 2400 U/min sind zu messen. Eine große Anzahl Messpunkte soll gleichzeitig erfasst werden und eine Ergebnisdarstellung mit Rotationskompensation erstellt werden.

GOM mbH
Mittelweg 7-8
38106 Braunschweig
Deutschland
Phone +49 531 390 29 0
Fax +49 531 390 29 15
info@gom.com

GOM International AG
Bremgarterstrasse 89B
8967 Widen
Schweiz
Phone +41 5 66 31 04 04
Fax +41 5 66 31 04 07
international@gom.com

GOM France SAS
10 Quai de la Borde - Bât A2
91130 Ris Orangis
Frankreich
Phone +33 1 60 47 90 50
Fax +33 1 69 06 63 60
info-france@gom.com

GOM UK Ltd
Business Innovation Centre
Coventry, CV3 2TX
Großbritannien
Phone +44 2476 430 230
Fax +44 2476 430 001
info-uk@gom.com

GOM Branch Benelux
Interleuvenlaan 15 E
3001 Leuven
Belgien
Phone +32 16 408 034
Fax +32 16 408 734
info-benelux@gom.com

Copyright © 2009 GOM mbH All rights reserved! Rev. A (de) 20022009 www.gom.com

3D-Bewegungsanalyse / Bauteilentwicklung

Verformungsanalyse eines Lüfters im Betrieb

Bei der Entwicklung moderner Fahrzeuge ist die Lärmreduzierung eine wichtige Forderung. Computersimualtionen sind ein weit verbreitetes Mittel zur Optimierung des akustischen Verhaltens von Bauteilen. Dennoch bleibt die Überprüfung solcher Modelle, insbesondere von aerodynamischen Teilen, schwierig. Lüfter sind leicht und werden kostengünstig gefertigt, jedoch ist ihr Verformungsverhalten unter aerodynamischer Last sehr komplex. Daher gestaltet sich ihre Konstruktion im Hinblick auf die aerodynamische und akustische Optimierung schwierig. Schnelle, berührungslose 3D-Messtechniken sind erforderlich, um das mechanische Verhalten eines Lüfters zur Motorkühlung während des Betriebs zu untersuchen.

Messaufgabe:
Die globalen und lokalen 3D-Verschiebungen und 3D-Deformationen eines Lüfters mit einer Geschwindigkeit von 2400 U/min sind zu messen. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit und der leichten Bauweise kann nur eine berührungslose Messmethode angewendet werden. Darüber hinaus ist es erforderlich, die lokalen 3D-Verformungen jedes Lüfterflügels zu bestimmen, eine große Anzahl Messpunkte gleichzeitig zu erfassen und eine Ergebnisdarstellung mit Rotationskompensation zu erhalten.

Aufbau:
PONTOS, ein optisches Messsystem zur Erfassung von 3D-Verschiebungen und 3D-Deformationen, wurde eingesetzt, um das Verhalten eines Lüfters bei einer Geschwindigkeit von 2400 U/min zu bestimmen. Dieses System mit kalibrierten Stereokameras wurde vor dem Lüfter aufgebaut (Abb. 1). Der Lüfter war in eine einfache Halterung eingespannt. Optische Referenzmarken wurden angebracht, um bestimmte Messpunkte zu kennzeichnen (Abb. 2).

Abb. 1: PONTOS-Aufbau

Copyright © 2009 GOM mbH All rights reserved! Rev. A (de) 20022009 www.gom.com

Abb. 2: Lüfter mit aufgebrachten optischen Markern

Diese retroreflektierenden Marker sind dünn, leicht und können einfach auf die Flügeloberfläche aufgebracht werden, ohne deren aerodynamische Leistung zu beeinflussen.
Zunächst wurde der statische Lüfter aufgenommen und die 3D-Koordinaten aller optischen Marker automatisch berechnet. Dann wurde der Lüfter mit 2400 U/min betrieben, was einer Geschwindigkeit an der Flügelspitze von 200 km/h entspricht. Mit einer Bildrate von 480 Bildern/Sek. und einer Belichtungszeit von 25µs wurden nun 200 Hochgeschwindigkeitsmessungen durchgeführt. Hierbei ist die gleichzeitige Erfassung aller Messpunkte wichtig. Da alle Messpunkte in den 2D-Bildern gleichzeitig aufgenommen werden, ist die Anzahl der verwendeten Marker nicht eingeschränkt. Das System berechnet die 3D-Koordinaten jeder Messung und transformiert sie automatisch in das in der statischen Stufe festgelegte Koordinatensystem. Dadurch wurde die 3D-Verschiebung und damit die Deformation der Lüfterflügel bestimmt.

Ergebnis:

Nachfolgend sind die Verschiebungen und Deformationen des Lüfters abgebildet. Zunächst wird die axiale Verschiebung dargestellt, projiziert auf eine 2D-Bilderserie (Abb. 3). Zusätzlich zu der höchsten Verformung an der Flügelspitze lassen sich pro Umdrehung zwei Maxima erkennen. Abb. 4 zeigt die axiale und tangentiale Verschiebung an einem statischen Bild zur einfachen Analyse der lokalen Deformation eines Lüfterflügels.

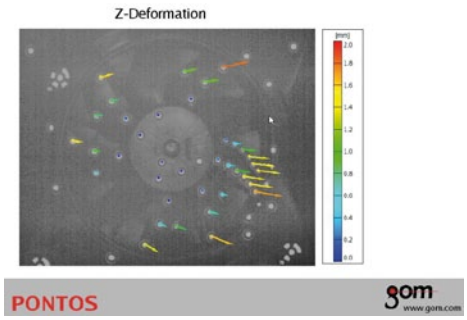

Abb. 3: Axiale Verformung des Lüfters

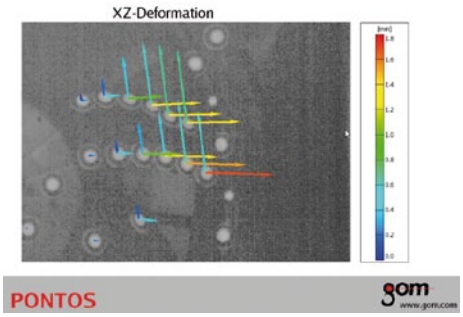

Abb. 4: Axiale und tangentiale Verformung des Lüfterflügels

Es ist klar zu erkennen, dass sich der Flügel axial bis zu 1,8 mm biegt und sich tangential bis zu 0,8 mm verschiebt. Die gleichzeitige Erfassung aller Marker ermöglicht eine Messung zwischen Vorderkante und Hinterkante des Flügels.

Copyright © 2009 GOM mbH All rights reserved! Rev. A (de) 20022009 www.gom.com

Dabei zeigt sich eine schwingende Drehbewegung, die durch ein Flattern der Hinterkante von bis zu 0,8 mm (Abb. 5) hervorgerufen wird.

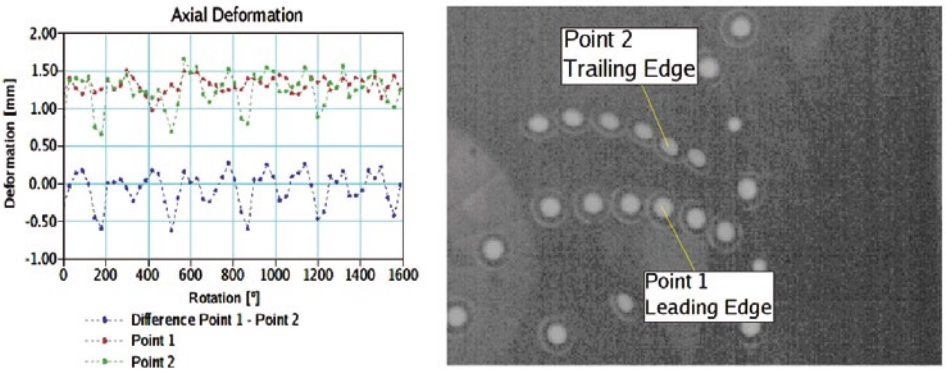

Abb. 5: Axiale Verformung: Vergleich Vorderkante - Hinterkante

Zusammenfassung:
Das optische Messsystem PONTOS ermöglicht eine einfach anzuwendende Messung sowie die präzise Analyse von 3D-Verschiebungen und 3D-Deformationen, ohne dabei die aerodynamischen Belastungsmechanismen zu beeinflussen. Die intuitive Darstellung der Ergebnisse mit 2D-Bildern macht diese Technik zu einem effizienten Werkzeug für die Analyse mechanischer Eigenschaften von Lüftern im Betrieb.

Copyright © 2009 GOM mbH All rights reserved! Rev. A (de) 20022009 www.gom.com