



**Bild 1:** ANOVIS-Systemvarianten zur flexiblen Schwingungs- und Geräuschanalyse in der Produktion

Motors zugeordnet (Beispiel in Bild 2). Das ANOVIS-Prüfsystem kann durch seine Modularität flexibel auf die große Vielfalt unterschiedlicher Motorvarianten eingestellt werden.

Dies betrifft gleichzeitig auch die Auswahl der Sensorik. Die eingesetzten Laservibrometer vom Typ IVS-200 und IVS-400 erlauben Schwingungsmessungen auch an wenig zugänglichen oder anderweitig „unkooperativen“ Messpunkten. So ist es beispielsweise in manchen Fällen erforderlich, auf der schwarz lackierten Oberfläche der Hochdruckpumpe zu messen. Mit dem IVS Industriebibrometer und der in ANOVIS integrierten intelligenten Speckle-Eliminierung ist die prozesssichere Signalerfassung mit 20 kHz Bandbreite auch hier kein Problem. Die wenigen notwendigen Handgriffe im Rahmen der Wartung, beispielsweise zur Überprüfung der Position und des Fokus, werden im Rahmen einer Schulung vermittelt und erlauben einen zuverlässigen Betrieb in der Produktion. ANOVIS ermöglicht so die Erkennung einer großen Zahl potentieller Fehlerbilder, die sich mit anderen Prüfverfahren nicht nachweisen lassen. Als Beispiele seien genannt:

- Beschädigungen und Fertigungsabweichungen an Nockenwellen
- Geräusche im Ventiltrieb, z. B. verursacht durch zu großes Spiel
- Fehler an Hochdruckpumpen und anderen Nebenaggregaten

# Klingt gut

## Noise-Vibration-Harshness-(NVH)-Analyse bei MAN in Nürnberg

Die MAN Truck & Bus AG in Nürnberg stellt ein breites Spektrum moderner Nutzfahrzeugmotoren her. Jedes einzelne Aggregat wird umfangreichen Tests unterzogen, bevor es die Fabrik verlässt, darunter auch einer Prüfung auf unerwünschte Geräusche und Schwingungen (Noise-Vibration-Harshness, NVH). Hier kommt das ANOVIS-System der Firma MEDAV zum Einsatz. Diese Schwingungs- und Geräuschanalysen helfen effektiv dabei, die hohen Qualitätsstandards des Nürnberger Motorenwerkes sicherzustellen.

### ANOVIS erkennt Bauteil- und Montagefehler

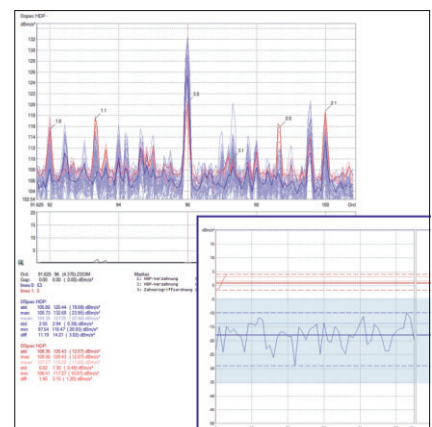
Die NVH-Analyse mit dem ANOVIS-System von MEDAV bildet eine wichtige Komponente des so genannten Motorenkalttests, bei dem die Aggregate mit Öl befüllt und von einem Elektromotor geschleppt werden. Im Vergleich zu anderen Verfahren ist dies eine ökonomische und ökologische Methode mit einer gleichzeitig höheren Prüftiefe. Das ANOVIS-Prüfsystem (Bild 1) registriert Geräusche

und Schwingungen an verschiedenen Punkten des Motors und bestimmt aus den Signalen Kennwerte zur Beurteilung der einzelnen Motorkomponenten mit den folgenden Zielen:

- Erkennung von Motoren mit auffälligem Schwingungs- und Geräuschverhalten
- Erkennung von Bauteil- und Montagefehlern aufgrund der abgegebenen Signale
- Identifizierung des Fehlers zur effektiven Unterstützung der Nacharbeit.

Neben Mikrofonen zur Luftschallmessung werden als Schwingungssensoren bei MAN am Kalttest ausschließlich Laservibrometer von Polytec verwendet.

Zur Auswertung der Sensorsignale bietet ANOVIS umfassende Signalverarbeitungs- und Klassifikationsmethoden von der einfachen Frequenzanalyse über drehwinkel-synchrone Verfahren (Ordnungsanalyse) bis zur automatischen Grenzwertadaptation. Auftretende Signalkomponenten werden in Beziehung zur Kinematik des Aggregats gesetzt und über ihre Signalcharakteristik den bewegten Teilen des



**Bild 2:** Auf der Ordnungsanalyse beruhendes Seitenbandenergiemaß zur Beurteilung von Verzahnungsschwingungen

- Verzahnungsfehler, Beschädigungen und Geometriefehler an Zahnrädern, fehlerhaftes Zahnflankenspiel
  - Fehler an Turboladern, beispielsweise Beschädigungen und Geometriefehler
  - Fehlende Pleuellagerschalen und Fremdkörper im Brennraum
- Systematische Fehler treten in der modernen Motorenproduktion praktisch nicht

mehr auf. Die besondere Stärke der Schwingungs- und Geräuschmessung mit ANOVIS ist die Erkennung vereinzelt auftretender, zufälliger Fehler. Bei der Identifikation der Fehlerursache hilft nicht zuletzt die große Erfahrung des MEDAV-Bereichs Industrial & Automotive Solutions (IAS) in der Motorenprüfung. Zudem werden den Qualitätsingenieuren praxis-taugliche Werkzeuge für Analysen und

statistische Auswertungen zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe die Produktion kontinuierlich weiter optimiert wird.

**Autoren · Kontakt**

Dr. Michael Weidner, Olaf Strama  
[info@medav.de](mailto:info@medav.de)  
 MEDAV GmbH, 91080 Uttenreuth  
[www.medav.de](http://www.medav.de)

## „Laservibrometer messen dort, wo sonst kein Weg hinführt“

Interview mit Dipl.-Ing. Olaf Strama,  
 Leiter der Industrial & Automotive Solutions (IAS) bei MEDAV



■ **Herr Strama, Sie leiten den Bereich IAS bei MEDAV. Was sind Ihre Einsatzgebiete?**

Der Bereich Industrial & Automotive Solutions ist spezialisiert auf Schwingungs- und Geräuschanalysen, wozu unter anderem der sogenannte NVH-Test gehört. Damit lösen unsere Industriekunden Aufgabenstellungen wie die End of Line-Prüfung von Motoren, Getrieben und Lenkungskomponenten.

■ **Seit wann verwenden Sie Laservibrometer und was war der Anlass dazu?**

Laservibrometer zur Schwingungsmessung verwenden wir seit Mitte der 90er Jahre. Mit einem Polytec CLV haben wir begonnen, danach kamen in Stückzahlen das IVS-200 Industriebrometer und inzwischen dessen Nachfolger IVS-400 zum Einsatz: vor allem dann, wenn wir es mit schlecht zugänglichen Messpunkten zu tun haben oder eine hohe Erfassungsbreite in der automatisierten Produktion benötigt wird.

Den Durchbruch konnten wir vor etwa 10 Jahren erzielen. Seitdem ist unser Prüfsystem ANOVIS mit einer intelligenten Speckle-Eliminierung ausgestattet. Die Anzahl von Fehlmessungen in der Motorenproduktion konnte damit an Linien mit über 1.000 Motoren pro Tag auf etwa 1 – 2 Fälle im Monat reduziert werden. Die Messung mit einer Bandbreite von 20 kHz erfolgt zuverlässig auf gefrästen Metalloberflächen.

■ **Wie beurteilen Sie den bisherigen Einsatz der Laservibrometer und wo sehen Sie die wesentlichen Vorteile der optischen Messtechnik gegenüber Alternativtechniken?**

Wie bereits erwähnt, ist vor allem die Zugänglichkeit des optimalen Messpunktes ein Kriterium, genauso wie die höhere Flexibilität bei unterschiedlichen Prüflingstypen. Auch die in der automatisierten Prüfung erreichbare hohe Bandbreite der Laservibrometer ist ein Argument, da einige Fehlertypen lediglich bei hohen Frequenzen erkennbar sind. Laservibrometer punkten außerdem durch Verzicht auf mechanische Verschleißteile und regelmäßige Kalibrierung.

■ **Wie steht es um die Zuverlässigkeit der Laservibrometer im Einsatz unter rauen Industriebedingungen?**

In der Motorenprüfung sind viele IVS-200 bereits seit über 10 Jahren im täglichen Einsatz. Die Wartung erfolgt bei vielen Kunden zustandsabhängig genau dann, wenn es aufgrund der von ANOVIS statistisch ermittelten Signalqualität erforderlich ist.

■ **Wie ist die Reaktion Ihrer Kunden, welchen Anteil an den Bestellungen haben Laservibrometer als Schwingungssensoren?**

Aus unserer Sicht reagieren die Anwender positiv, wenn der Sensor seine Auf-

gabe erfüllt und im täglichen Umgang damit keine Probleme auftreten. Die Auswertung unseres Kundensupports ergibt regelmäßig, dass dies bei den eingesetzten Laservibrometern der Fall ist. Die IVS Industriebrometer haben in einer erheblichen Anzahl von Installationen maßgeblich zur Attraktivität der von uns angebotenen Lösung beigetragen.

■ **Wie ist Ihre Einschätzung für das Potenzial der Laservibrometer für Kalt- und Heißtestanwendungen in der Automobilindustrie?**

Als Systemhaus für Schwingungs- und Geräuschmesstechnik in der Produktion bieten wir unseren Kunden von Anfang an Lösungen zur Prüfung in der Produktion an, die aus der optimalen Sensorik für den jeweiligen Anwendungsfall, einer angepassten Erfassungshardware und der für die Aufgabenstellung benötigten Analyse und Auswertung bestehen. Die zu prüfenden Aggregate werden komplexer und damit die besten Messstellen schwieriger zugänglich. Deshalb und aufgrund des zur Erfüllung der Aufgabe benötigten Frequenzbereichs wird dabei in Zukunft sicher noch öfter die Wahl auf ein Industriebrometer von Polytec fallen.

**Herr Strama, wir danken Ihnen für das Gespräch!**