

# Zuverlässige Haushaltsgeräte

## Produktionstests an Elektromotoren für Haushaltsgeräte in großen Serien und bei hohen Taktraten

Arçelik ist ein türkisches Unternehmen, das Haushaltsgeräte und Unterhaltungselektronik in über 100 Ländern vertreibt und über eine beachtliche Forschungs- und Entwicklungsabteilung verfügt. Bei der Fertigung von Elektromotoren werden im Rahmen der Qualitätsüberwachung unter anderem auch akustische Überprüfungen sowie Schwingungsmessungen durchgeführt, um die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte sicherzustellen. Diese Messaufgaben sind mit Laservibrometern auch bei großen Stückzahlen und hoher Fertigungstaktrate berührungslos möglich und damit sehr einfach zu realisieren.



### Wartungsfreie Sensorik

Für Messungen in Produktionsanlagen eignet sich besonders der Polytec IVS Industriesensor. Dieses Vibrometer misst mit einem Laserstrahl (Bild 1) und hat keinerlei Bedienelemente, es ist nur über die serielle Schnittstelle konfigurierbar, so dass bei Wartungs- oder Reinigungsarbeiten die Einstellungen nicht versehentlich verändert werden können.

Weitere Vorteile dieser optischen Messtechnik:

- aufwändige mechanische Kontaktierung entfällt
- Messungen sind auch an schwer zugänglichen Stellen möglich, auch aus größerer Distanz
- das Schwingungsverhalten des Prüflings wird nicht durch zusätzliche Massen, beispielsweise von Beschleunigungsaufnehmern, beeinflusst
- die Technik lässt sich schnell und einfach an unterschiedliche Typen und Varianten der Prüflinge oder der Prüfumgebung anpassen

### Angepasste Prüfverfahren

Zum Testen der Motoren kommen hauptsächlich zwei Verfahren zum Einsatz: Messungen während des Hochlaufs des Motors und/oder Messen bei konstanter Drehzahl (Bild 2). Daraus ergibt sich folgende Anforderung an einen Prüfstand: möglichst flexible Steuerung der Motordrehzahl einschließlich Erfassen bzw. Überwachung der Ist-Drehzahl des zu

prüfenden Motors. Während des Prüfablaufs werden die Körperschallschwingungen an den einzelnen Messpunkten aufgezeichnet und anschließend mit einer Software ausgewertet.

Je nach vorhandener Ausstattung erfolgt die Drehzahlvorgabe durch Einstellen einer Steuerspannung, beispielsweise mit einem Funktionsgenerator ohne Nachregelung, oder die Drehzahl wird direkt vorgegeben und aktiv geregelt. Im ersten Fall muss die tatsächliche Motordrehzahl gemessen werden, z. B. mit Hilfe eines Encoders oder mittels einer Analogspannung, die proportional zur Drehzahl ist.

Die Steuerung und Auswertung des Prüfablaufs erfolgt mit Hilfe der QuickCheck Prüfsoftware von Polytec. Der in QuickCheck



Bild 1: Beispiel für eine Messung mit einem Laservibrometer an einem Elektromotor

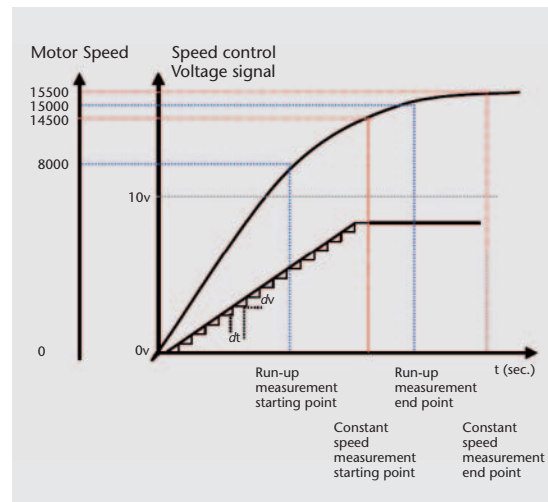


Bild 2: Zeit-Geschwindigkeitsdiagramm für die beiden unterschiedlichen Messverfahren

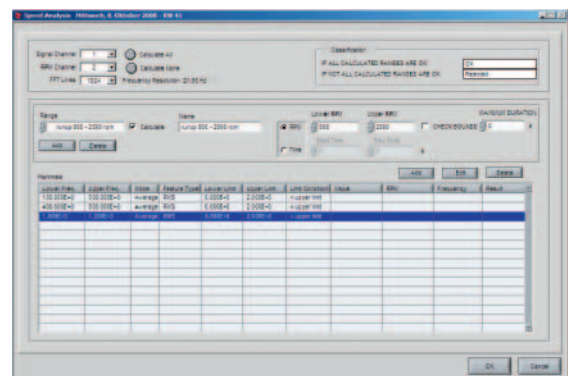
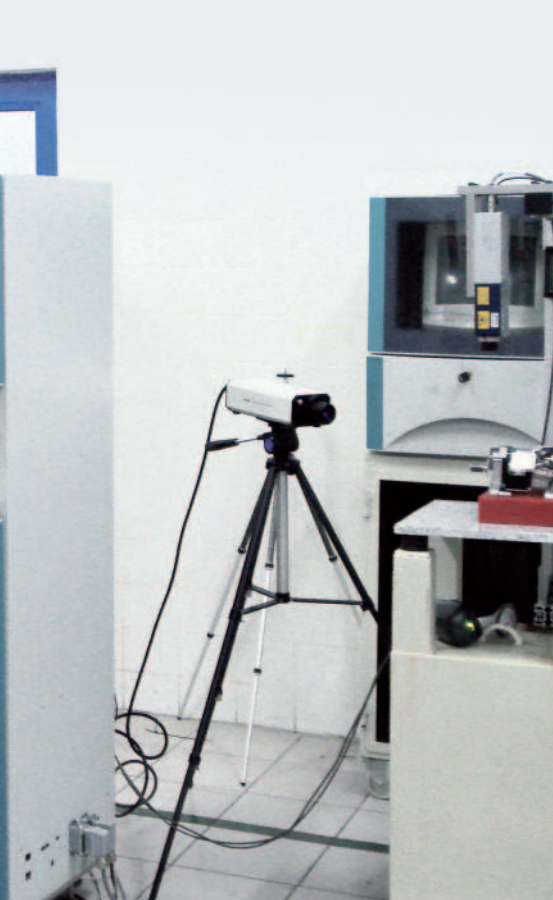


Bild 3: Screenshot des Auswertemoduls in der QuickCheck Prüfsoftware



integrierte Funktionsgenerator erlaubt es, einen trapezförmigen Drehzahlverlauf mit einstellbaren Steigungen, mit einstellbarer maximaler Spannung sowie eine variable Dauer der konstanten Spannung einzustellen. An diese Gesamtdauer des Messzyklus wird die Messzeit angepasst. Alternativ gibt man die Messzeit gemäß dem Fertigungstakt vor und passt das Drehzahlprofil entsprechend an.

Parallel zur Drehzahlsteuerung erfolgt die Messung der Schwingungssignale. Die Messdaten können anhand der Drehzahlvorgaben bzw. der gemessenen tatsächlichen Drehzahl in Abschnitte zerlegt werden. Ein Abschnitt kann beispielsweise das Durchfahren des Drehzahlbereichs von 500 bis 2500 rpm oder, wie in Bild 2 gezeigt, von 8000 bis 15000 rpm umfassen. Die Software sucht anhand des Geschwindigkeitssignals den relevanten Zeitbereich und analysiert die erfassten Schwingungssignale ausschließlich in diesem Bereich. Dieser Zeitausschnitt kann für jeden Motor verschieden sein und ergibt sich aus seinem dynamischen Verhalten.

### Leistungsfähige Auswertung

Für die Prüfstands-Software QuickCheck steht ein Auswertemodul zur Verfügung, das solche Tests sehr einfach und bedienerfreundlich macht (Bild 3). Für die Analyse wird zunächst ein Drehzahlbereich vor-

gegeben. Die QuickCheck Software analysiert die zugehörigen Messdaten der einzelnen Messkanäle nur in dem relevanten Zeitausschnitt und berechnet dann für diese Messdaten mit einer einstellbaren Blockgröße das Spektrogramm. Aus diesen Daten lassen sich dann beliebige Merkmale berechnen und mit vorgegebenen Grenzwerten vergleichen (beispielsweise die Bandenergie oder der Peakwert im Frequenzbereich 100 bis 300 Hz).

Die Software erlaubt das Berechnen beliebig vieler Merkmale in einem Drehzahlbereich; auch lassen sich beliebig viele Drehzahlbereiche definieren, die sich auch gegenseitig überlagern dürfen.

Bei Messungen mit konstanter Drehzahl kann ein fest vorgegebener Zeitbereich für die Analyse ausgewählt werden. Die Einstellung und Berechnung der Merkmale bietet dann wieder die oben beschriebenen Möglichkeiten. Für offline-Analysen lassen sich die gemessenen Zeitsignale abspeichern, beispielsweise für eine nachfolgende Ordnungsanalyse.

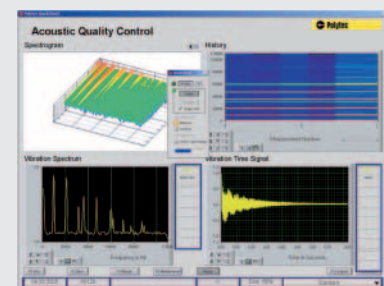
Alle auf diese Weise berechneten Merkmale werden in der QuickCheck Prüfsoftware tabellarisch dargestellt. Damit der geprüfte Motor den Test besteht und ausgeliefert bzw. weiter verarbeitet werden kann, müssen sämtliche Merkmale ihre entsprechenden Grenzwerte einhalten. Die Messwerte können komfortabel in

einer Datenbank zusammen mit dem Zeitstempel der Messung abgespeichert werden; ebenso erlaubt es QuickCheck, von jedem Motor die Seriennummer z. B. per Barcode oder Data-Matrix-Code einzulesen und gemeinsam mit den Messwerten abzuspeichern. Damit ist auch später jederzeit eine lückenlose Verfolgbarkeit der einzelnen Fertigungs- und Prüfschritte gewährleistet.

### QuickCheck Software

QuickCheck ist eine mehrkanalige, PC-basierte Prüfsoftware zur voll- oder teilautomatischen Prozessüberwachung und Fertigungskontrolle. Sie wertet die Messsignale unterschiedlicher Schwingungssensoren aus, steuert den Prüfablauf und kommuniziert mit dem Fertigungsleitsystem.

[www.polytec.de/software](http://www.polytec.de/software)



Autor: Wolfgang Ochs, Polytec GmbH