

## Vibroakustische Güteprüfung an Elektromotoren



## Leise Haushaltshelfer

Vibroakustische Güteprüfung an Elektromotoren

Applikationsnote



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 Fertigungstakttrate berührungslos möglich, und damit sehr einfach zu realisieren.



1  
Beispiel für eine Messung mit einem Laservibrometer an einem Elektromotor

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

### Wartungsfreie Sensorik

Für Messungen in Produktionsanlagen eignet sich besonders das Polytec IVS-Industrievibrometer. Dieses Vibrometer misst berührungsfrei mittels Laserlicht (Bild 1), verzichtet auf Bedienelemente und ist direkt über die serielle Schnittstelle konfigurier- und steuerbar, so dass bei Wartungs- oder Reinigungsarbeiten die Einstellungen nicht versehentlich verändert werden können.

Weitere Vorteile dieser optischen Messmethode:

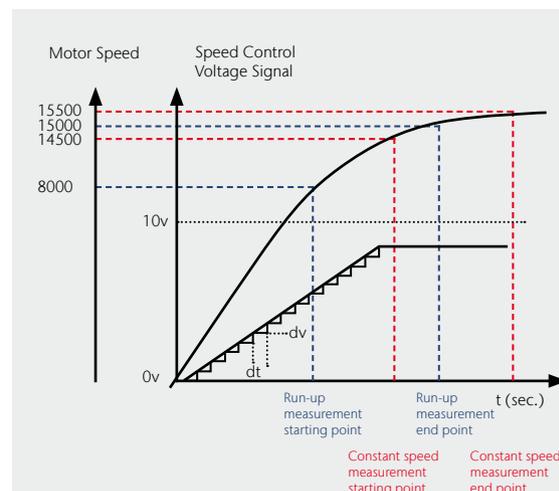
- aufwändige mechanische Kontaktierung entfällt
- Messungen sind auch an schwer zugänglichen Stellen möglich, auch aus größerer Distanz
- das Schwingungsverhalten des Prüflings wird nicht durch zusätzliche Massen, beispielsweise von Beschleunigungsaufnehmern, beeinflusst
- die Technik lässt sich schnell 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.



2  
Zeit-Geschwindigkeitsdiagramm für die beiden unterschiedlichen Messverfahren

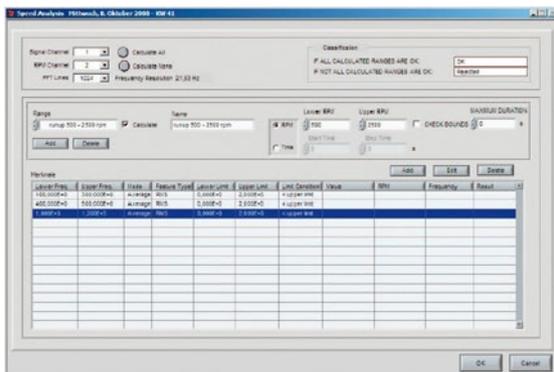
Die Steuerung und Auswertung des Prüfablaufs erfolgt mit Hilfe der Diagnose- und Prüfsoftware QuickCheck von Polytec. Der in QuickCheck integrierte Funktionsgenerator erlaubt es, einen trapezförmigen Drehzahlverlauf mit einstellbaren Steigungen, mit einstellbarer maximaler Spannung sowie eine variable 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 2.500 rpm oder, wie in Bild 2 gezeigt, von 8.000 bis 15.000 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.

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.

3  
Screenshot des  
Auswertemoduls  
in der QuickCheck  
Prüfsoftware



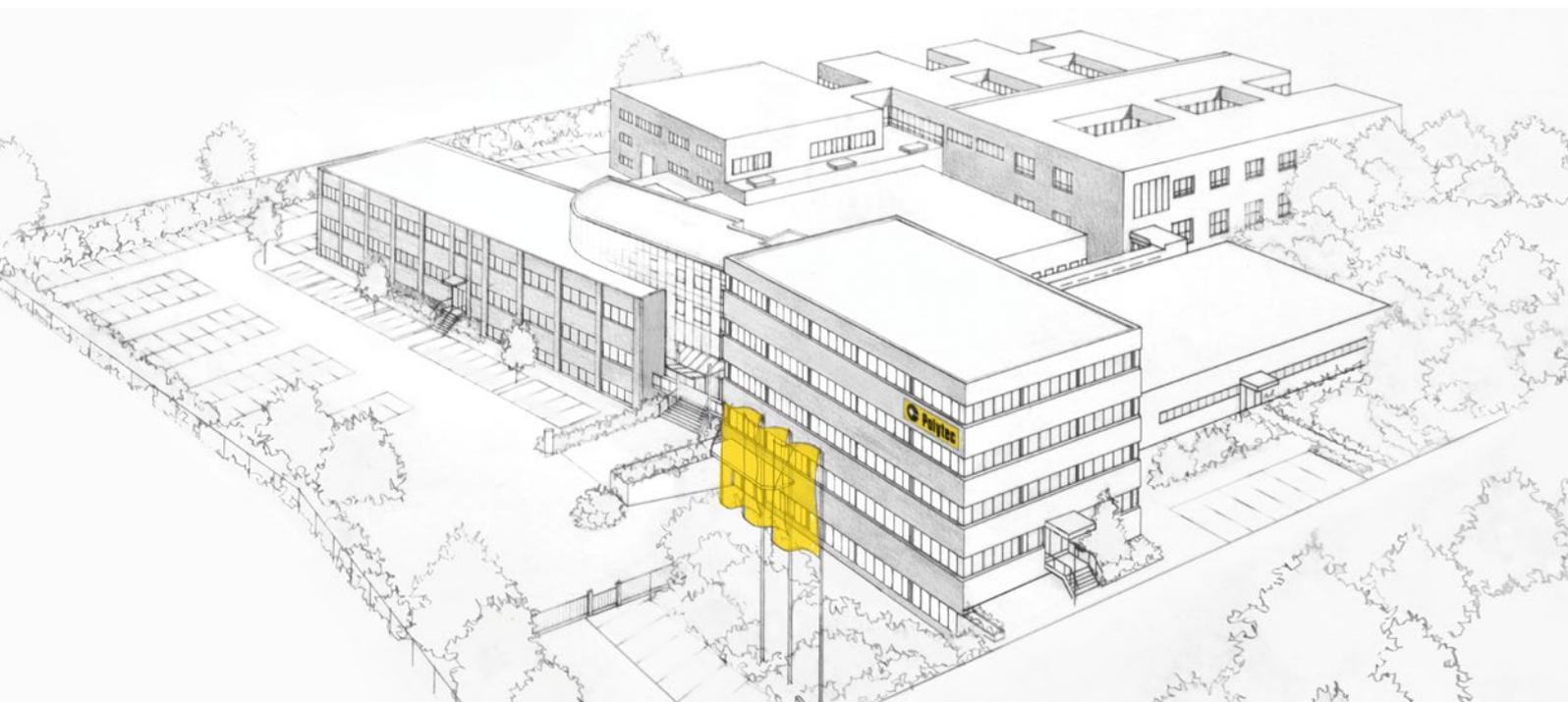
### Leistungsfähige Auswertung

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 vorgegeben. QuickCheck 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.



### Autor

Wolfgang Ochs, Polytec GmbH  
Quelle: Polytec InFocus



**Polytec GmbH**  
 Polytec-Platz 1-7  
 76337 Waldbronn  
 Tel. +49 7243 604-0  
 info@polytec.de

**Polytec GmbH**  
**Vertriebs- und**  
**Beratungsbüro**  
 Schwarzschildstraße 1  
 12489 Berlin  
 Tel. +49 30 6392-5140



**Polytec, Inc. (USA)**  
 North American  
 Headquarters  
 16400 Bake Parkway  
 Suites 150 & 200  
 Irvine, CA 92618  
 Tel. +1 949 943-3033  
 info@polytec.com

**Central Office**  
 1046 Baker Road  
 Dexter, MI 48130  
 Tel. +1 734 253-9428

**East Coast Office**  
 1 Cabot Road  
 Suites 101 & 102  
 Hudson, MA 01749  
 Tel. +1 508 417-1040



**Polytec Ltd.**  
**(Great Britain)**  
 Lambda House  
 Batford Mill  
 Harpenden, Herts AL5 5BZ  
 Tel. +44 1582 711670  
 info@polytec-ltd.co.uk

**Polytec France S.A.S.**  
 Technosud II  
 Bâtiment A  
 99, Rue Pierre Semard  
 92320 Châtillon  
 Tel. +33 1 496569-00  
 info@polytec.fr



**Polytec Japan**  
 Arena Tower, 13th floor  
 3-1-9, Shinyokohama  
 Kohoku-ku, Yokohama-shi  
 Kanagawa 222-0033  
 Tel. +81 45 478-6980  
 info@polytec.co.jp

**Polytec South-East Asia**  
**Pte. Ltd.**  
 Blk 4010 Ang Mo Kio Ave 10  
 #06-06 TechPlace I  
 Singapore 569626  
 Tel. +65 64510886  
 info@polytec-sea.com



**Polytec China Ltd.**  
 Room 402, Tower B  
 Minmetals Plaza  
 No. 5 Chaoyang North Ave  
 Dongcheng District  
 100010 Beijing  
 Tel. +86 10 65682591  
 info-cn@polytec.com