

Saubere Lösung

Vollautomatische Qualitätsprüfung
an Waschmaschinen

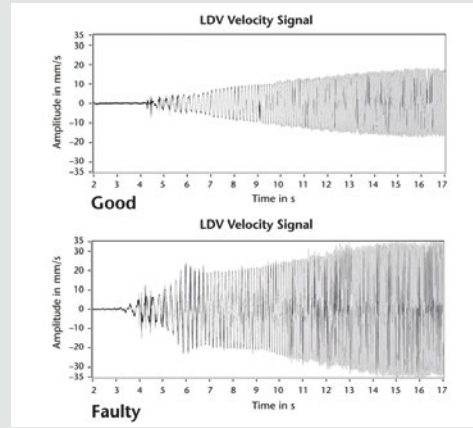
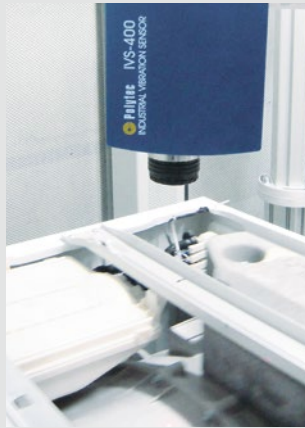
Applikationsnote



1
Die MUSA-Prüfstation testet drei Waschmaschinen parallel



2
Laservibrometer mit Messpunkt auf der Trommel (Mitte)



3
Geschwindigkeits-/Zeitsignale einer guten (oben) und einer defekten Waschmaschine (unten)

Vollautomatische Schwingungs- und Geräuschprüfsysteme gewährleisten Qualität an Premium-Waschmaschinen

Dank enger Zusammenarbeit mit den weltgrößten Herstellern während der letzten 45 Jahre ist die Loccioni-Gruppe anerkannt führend in der Entwicklung automatischer Qualitätsprüfsysteme für Labor und Prozess. Deren MUSA Prüfstation (Measurement Unit in Soundproof Area) ist eine schlüsselfertige, vollautomatische Lösung für Schwingungs- und Geräuschprüfungen an Waschmaschinen, die üblicherweise im Labor durchgeführt werden müssen.

Da Stichproben an einer zufälligen Auswahl von Systemen keine durchgängig zuverlässige Aussage erlauben, wird ein 100 %-Test der Endprodukte notwendig, um einen hohen Qualitätsstandard sicherzustellen. Schwingungsprüfungen sind bekanntlich zur Unterscheidung von guten und fehlerhaften Produkten prädestiniert, daher kann die Analyse von Schwingungssignalen zur Qualitätsprüfung von Haushaltsgeräten verwendet werden. Die Laservibrometrie ist dabei für Online-Prüfungen, bei denen berührungsfrei gearbeitet werden muss, weithin etabliert.

MUSA – das Prüfsystem

Dieser Bericht beschreibt eine industrietaugliche Lösung zur Online-Prüfung von Waschmaschinen. Der Einsatz von Laservibrometern und Mikrofonen erlaubt hier eine objektive vibro-akustische Güteprüfung und detektiert spezifische mechanische Defekte. Das System besteht im Wesentlichen aus einer schalldichten Kabine (Bild 1), die einen Umgebungslärm von ca. 35 dB abschirmt und drei simultan laufende Stationen mit folgenden Komponenten enthält:

- drei IVS Industrie-Vibrometer (eines je Station), die einen Messpunkt auf der Trommel radial zur Motorachse erfassen (Bild 2);
- drei Mikrofone (eines je Station) an der Rückseite der Waschmaschine in Richtung des Motors.

Nachdem die drei Waschmaschinen in die Kabine eingelaufen sind, werden sie an den Stationen angehalten und die Kabine schließt sich. Jede Waschmaschine wird in den Schleudergang gebracht und die Signale des Vibrometers und der Mikrofone werden während des Hochlaufs und des Dauerbetriebs simultan erfasst (Bild 3). Die zentrale Komponente des Systems ist die Signalverarbeitungssoftware mit folgenden Optionen:

- Berechnung der Drehzahl direkt aus dem Vibrometersignal (Bild 4)
- Entstörung des Geschwindigkeitssignals (nicht abgebildet)
- Analyse der Vibrometer- und Mikrofonensignale während des Hochlaufs in der Zeit-/Frequenz-Domäne (Bild 5)
- Analyse der Vibrometer- und Mikrofonensignale während des Dauerbetriebs in der Frequenz-Domäne (Bild 6)

Sowohl während des Hochlaufs als auch im Dauerbetrieb werden definierte Kennwerte berechnet. Diese Ergebnisse werden mit festen Schwellenwerten für das jeweilige Modell verglichen, um eine Entscheidung über den Status der Maschine zu treffen. Die Gesamtenergie ausgewählter Frequenzbänder lässt sich beispielsweise mit einem spezifischen Defekt am Elektromotor korrelieren. Wie in Bild 7 (links) dargestellt, hängt die Haupt-

frequenzlinie bei ca. 20 Hz mit der Drehzahl der Waschmaschine (1200 min^{-1}) zusammen. Die defekte Maschine erzeugt zusätzliche Frequenzen bei ca. 280 Hz und ca. 560 Hz (Bild 7, rechts). Wie leicht nach zuweisen ist, handelt es sich dabei um Frequenzen des Elektromotors (Grundfrequenz und Harmonische 2. Ordnung). Das Verhältnis der Drehzahlen des Motors und der Trommel ist 13,5. Daraus folgt eine Drehzahl des Motors von $13,5 \times 1200 \text{ min}^{-1} = 16.200 \text{ min}^{-1}$, was 270 Hz entspricht.

Ergebnisse

Die Software wurde in der LabVIEW®- Programmierumgebung entwickelt (Bild 8). Mit Hilfe des Laservibrometers kann das System folgende Defekte erkennen:

- Lockere oder beschädigte Antriebsscheibe
- Lockeres Ausgleichsgewicht
- Defekter Antriebsriemen (verschmutzt, beschädigt oder kein korrekter Sitz auf der Antriebsscheibe)
- Defekte Lager
- Defekte oder fehlende Verbindungsfeder zwischen Maschine und Prüfstand
- Unwucht in der Maschine
- Defekter Motor

Das Mikrophon erlaubt im Wesentlichen die Erkennung solcher Defekte, die zwar Lärm erzeugen, aber nicht stark genug sind, um Schwingungen der Maschine zu verursachen. Das kann ein Kabel sein, das an der Antriebsscheibe scheuert, oder loses Material z.B. eine Schraube in der Trommel.

Schlussfolgerung

Die hier beschriebene Lösung zeigt, wie die Kombination aus Sensorik und einer geeigneten Datenerfassung sowie angepasster Algorithmen zur Mustererkennung erfolgreich zur Diagnose mechanischer Defekte an Waschmaschinen in der Fertigungslinie eingesetzt werden kann. Spezielle Kennwerte werden herangezogen, um subjektive menschliche Prüfungen durch eine objektive Bewertung der Produktqualität zu ersetzen. Insbesondere die Laservibrometrie ermöglicht es, einen Großteil der mechanischen Defekte an einer Waschmaschine zu erkennen.

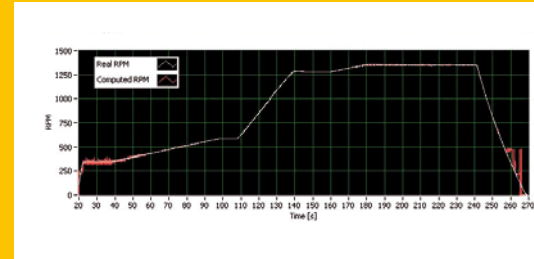
Autoren

Barbara Torcianti, Cristina Cristalli,
Gianluca Agostineli, Enrico Concettoni
Loccioni Group, I-60030 Angeli di Rosora, Italien
www.loccioni.com

Quelle: Polytec InFocus

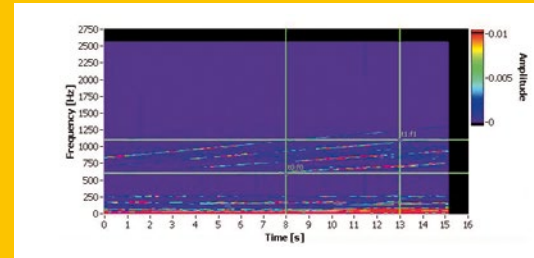
4

Berechnung der Drehzahl aus dem Vibrometersignal



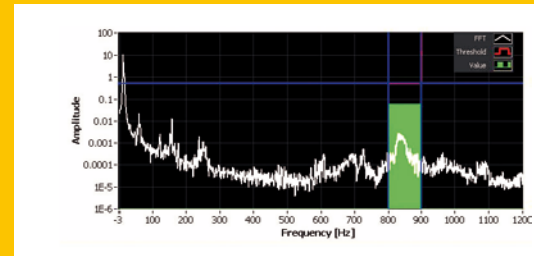
5

STFT des Geschwindigkeitssignals einer einwandfreien Waschmaschine



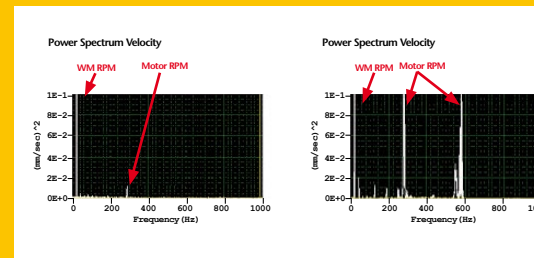
6

FFT des Geschwindigkeitssignals einer einwandfreien Waschmaschine



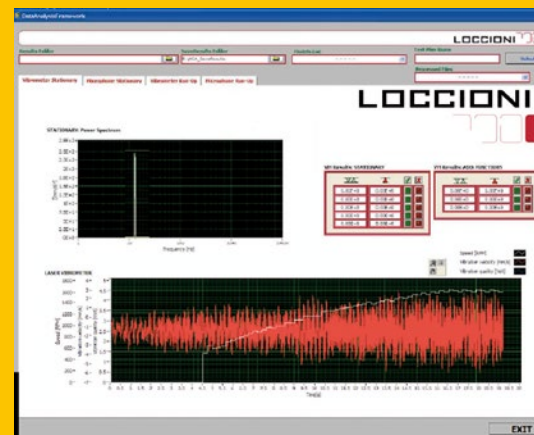
7

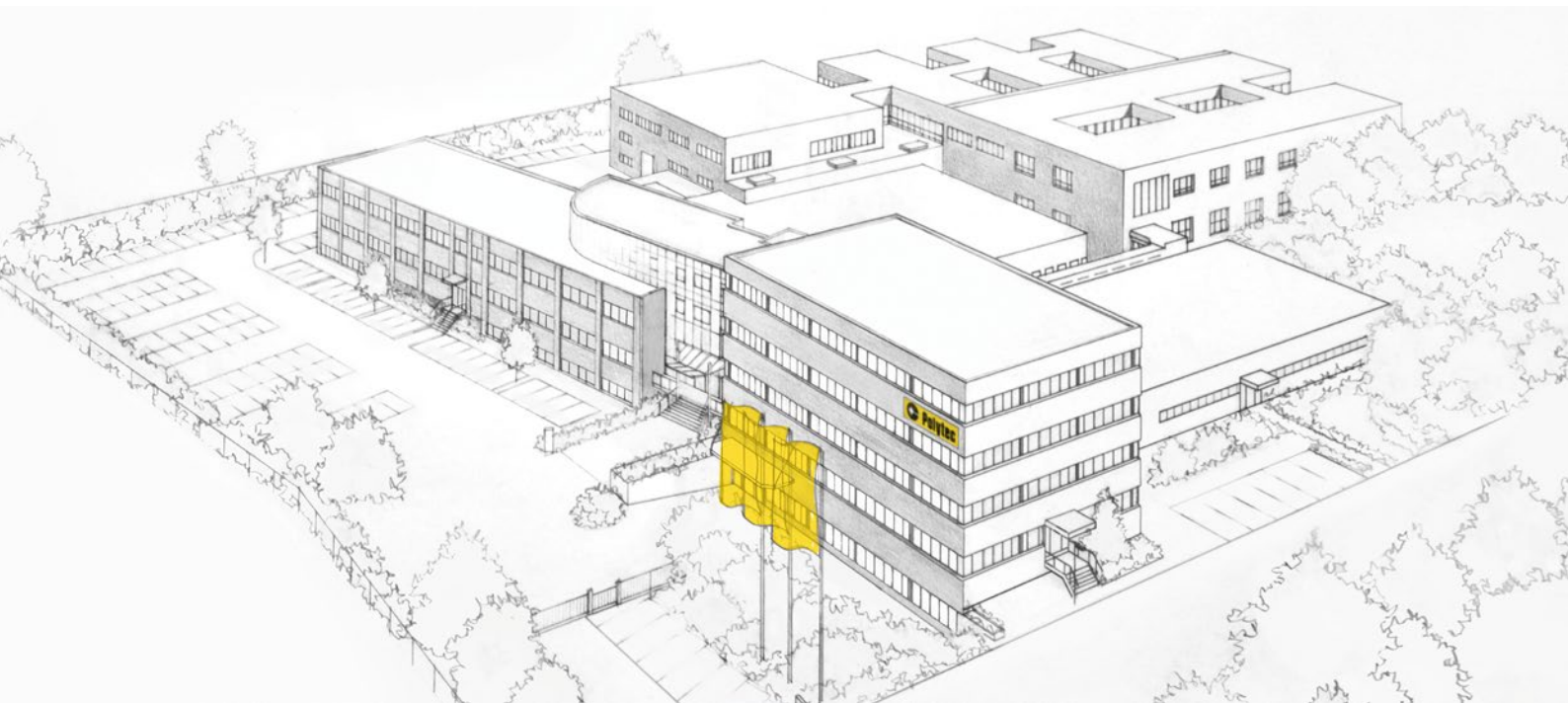
Leistungsspektrum des Geschwindigkeitssignals einer guten (links) und defekten Waschmaschine (rechts)



8

Bildschirmanzeige des Schwingungsprüfstands





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 1
 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