

Präzise Diagnose

Schadensfrüherkennung an Getrieben und Motoren

Die noch recht junge Münchener Firma red-ant hat einen selbst lernenden Multikanal-Schwingungsanalysator zur Erkennung von Schäden in Maschinen, Getrieben und Motoren entwickelt. MIG16 SFE heißt das Meisterstück und stellt im Dauerhaltbarkeitsversuch seine Leistungsfähigkeit unter Beweis.

von Franz Graf



Diesen Beitrag können Sie sich im Internet unter www.antriebs-praxis.de downloaden

►►► Auch wenn die beiden Diplom-Ingenieure Michael Ruthrof (Maschinenbau) und Oliver Thost (Elektrotechnik) aus unterschiedlichen Fachzweigen kommen, so verbindet sie doch eines: die Aufgeschlossenheit für neue Ideen. Und so haben sich die beiden Anfang 2004 für einen

beruflichen Neuanfang entschieden. Auf zwei wesentliche Dinge konnten sie bauen: Auf jahrelange Erfahrung in Sachen Schwingungsanalyse und sie hatten die Vision einer neuen Generation innovativer Messsysteme. Zusammen mit einer Handvoll ausgewählter Soft- und Hardwareent-

wickler haben sie schließlich eine Firma mit dem ungewöhnlichen Namen red-ant auf den Weg gebracht.

Warum man nun gerade auf „rote Ameise“ kam, erklärt Firmengründer Michael Ruthrof so: „Die Nachnamen der Firmengründer als Firmenname kamen für uns nicht in Betracht, da ihre Schreibweise schon im deutschsprachigen Raum zu kompliziert war. Für uns war bei Gründung klar, dass wir einen einfachen, international gut einprägsamen Namen als Marke benötigen. So füllten wir zwischen dem R für Ruthrof und T für Thost die „rote Ameise“ ein. Die drei Bögen im Firmenlogo stellen die drei Beinpaare der Ameise und gleichzeitig ein Symbol für Schwingungen dar. Der Kreis zur Geschäftsaktivität unserer

Mit dem MIG16 SFE von red-ant lassen sich kostenaufwändige Folgeschäden, wie zum Beispiel Zahnradschäden, verhindern.

Bild: AZT Risk & Technology



Applikationsbeispiel

Wie facettenreich die Aufgabenstellungen für die Münchener Firma red-ant sein können, zeigte sich bei einem Kunden, der Achsgetriebe für Pkws entwickelt. Der grundsätzliche Aufbau bzw. die wesentlichen Komponenten sind bekannt und daher im Telegrammstil beschrieben: Hypoidverzahnung, Differential, links und rechts je eine Abtriebswelle. Die Schwingbeschleunigung wurde über einen am Achsgetriebegehäuse aufgebrauchten Sensor gemessen. Zudem wurden Drehzahl, Temperatur und Drehmoment als Betriebsparameter erfasst. „Die Vibration der Getriebe ändert sich maßgeblich mit diesen Parametern. Deswegen klassiert MIG16 SFE diese Parameter und legt für jede Klasse individuelle Grenzen für die Vibration fest“, erklärt Geschäftsführer Michael Ruthrof. Das Getriebe sollte 15 Stunden lang unter Vollast laufen. Doch bereits nach 5 Stunden schaltete MIG16-SFE den Prüflauf aus. Es war ein Schaden aufgetreten. Was dabei so kurios war, schildert Ruthrof so: „Die Ingenieure behaupteten ve-



ment, an dem Getriebe sei nach so kurzer Zeit kein Schaden zu erwarten. Die Datenanalyse von MIG16 SFE ergab, dass der Sensor eine zunehmend lauter werdende Vibration registriert hat. Wir konnten damit die Schadensentwicklung exakt beschreiben. Die weitere Analyse des Ordnungsspektrums ergab eine präzise Di-

Die Analyse des Ordnungsspektrums ergab die präzise Diagnose (hier sichtbar): Pitting am Innenring des Kegelrollenlagers des Antriebsritzels.

agnose: Pitting am Innenring des Kegelrollenlagers des Antriebsritzels. Aber auch diese Diagnose konnte den Kunden nicht vollends überzeugen, dass das Getriebe wirklich einen Schaden hatte“, so Ruthrof, „also baten wir um eine schnelle Begutachtung des Öls, das schließlich kleinste metallische Splitter aufwies – typisch für einen Lagerschaden.“ Die anschließende zerlegende Befundung des Getriebes bestätigte die rein durch die Messdaten gestellte Diagnose. Ruthrof fasst zusammen: „Mit der Schadensfrüherkennung konnten kostenaufwändige Folgeschäden, wie beispielsweise Zahrad-schäden verhindert werden. Im konkreten Fall war ein kostengünstiges Wälzlager aus Asien die Ursache. Durch ein qualitativ besseres Lager hat man das Problem aus der Welt geschafft.“

Firma schließt sich insofern wieder, dass Ameisen für ihre Teamarbeit bekannt sind und über Vibrationen untereinander kommunizieren. Maschinen kommunizieren auch über Schwingungen mit uns und wollen so den sich ankündigenden Schaden mitteilen. Diese charakteristischen Gemeinsamkeiten haben schließlich zu dem Firmennamen geführt.“

Schon sehr bald hatte das junge Unternehmen mit duck16 das erste serienreife Produkt auf dem Markt. duck16 ist ein mehrkanaliger High-End-Messdatenrekorder. Dieses innovative System wurde entwickelt, um schwingungstechnische Messsignale in hohen Abtastfrequenzen und Auflösungen (bis zu 102 kHz, 24 Bit) aufzuzeichnen. Egal, ob aus Schwingungs-, Temperatur- oder Drehmomentsensoren, Mikrofonen oder diversen Drehzahlgebern: die Signale werden direkt an duck16 angeschlossen, synchron abgetastet und in Real-Time auf dem internen Datenträger abgelegt.

Diese Daten stehen dem Versuchsingenieur in den gängigen Standardformaten zur direkten Offline-Auswertung zur Verfügung.

Das eigentliche Meisterstück der noch jungen Firma aber ist MIG16 SFE. Ein selbst lernender Multikanal-Schwingungsanalysator zur Erkennung von Schäden in Maschinen, Getrieben und Motoren. Das Einsatzfeld des Systems ist der Dauerhaltbarkeitsversuch, bei dem der Prüfling unter verschiedenen statischen oder dynamischen Betriebslasten auf Haltbarkeit geprüft wird.

Amortisation nach zwei Versuchen

Aus dieser Kurzbeschreibung lässt sich schon der primäre Anwenderkreis für dieses Schadensfrüherkennungssystem erahnen: Automobilhersteller, sowie der Maschinen- und Anlagenbau. Ruthrof erklärt: „Wir setzen in der Regel dann an, wenn es um Produktneuentwicklungen oder -verbesserungen geht. Da lohnt es sich, in einer möglichst frühen Entwicklungsphase unsere Schadensfrüherkennung einzusetzen.“

Apropos lohnen: Wie ist es denn um die Wirtschaftlichkeit von MIG16 SFE bestellt? Michael Ruthrof rechnet vor: „Ein Getriebe-Prototyp kostet um die 20 000 bis 30 000 Euro. Eine Stunde Prüfstand mit einem Vollgas fahrenden Verbrennungsmotor kostet noch mal etwa 200 bis 500 Euro;

bei evtl. 500 Stunden Versuchsdauer. Ohne Schadensfrüherkennung kann es sein, dass bei einem Schaden katastrophale Folgeschäden auftreten, die den Prototypen so zerstören, dass die Schadensursache nicht mehr ermittelbar ist. Dem Konstrukteur fehlt damit das notwendige Feedback, was an dem Prototypen zu verbessern ist. Die Prüfung muss wiederholt werden. Mit Schadensfrüherkennung hingegen können anhand der Messdaten von MIG16 Schadensverlauf und –ursache eindeutig identifiziert werden. Bei einem gewissen Schädigungsgrad kann der Versuch gezielt über den Alarmausgang von MIG16 gestoppt werden und Folgeschäden dadurch verhindert werden. Vor diesem Hintergrund wird in etwa deutlich, wie wirtschaftlich unsere Methode der Schadensfrüherkennung ist.“

Um es etwas konkreter in Zahlen zu fassen: Das gesamte Messsystem fängt bei rund 30 000 Euro an. Aber der red-ant-Geschäftsführer kann belegen, dass sich die Investition oftmals schon nach zwei Versuchen amortisiert hat. „Bei einem unserer Kunden aus der Formel 1-Szene hat sich unser Messsystem bereits nach einer halben Stunde gerechnet“, fügt Ruthrof hinzu. Kurzum: Eine Investition, deren Return nicht lange auf sich warten lässt.

Was nun aber leistet MIG16 SFE im Detail? Zur Erklärung vorab: Das Kürzel MIG



Oberfläche eines SFE-Systems zur Überwachung von Getrieben. Oben: Trend der verschiedenen Bauteile (hier Gangstufen). Unten: hoch auflösendes Ordnungsspektrum mit 128 000 Linien. Bild: red-ant

steht für Multi Indikator Guard. Es werden aus der Schwingbeschleunigung, aus der Drehzahl, aus Messsignalen von dem Prüfling mehrere Indikatoren gebildet und diese Kennwerte mit einem Guard (Grenze) überwacht. Überschreitet der Indikator im Verlauf der Prüfung eine Grenze, so wird ein Alarmsignal ausgegeben um den Prüfstand abzuschalten.

Was es mit der Zahl 16 auf sich hat, beschreibt Ruthrof so: „Wir hatten ursprünglich das Konzept verfolgt, von einem Getriebe bis zu 16 Kanäle zu erfassen. Es hat sich aber sehr bald schon herausgestellt, dass in der Regel ein bis zwei Schwingbe-

ßen: SFE steht beinahe selbsterklärend für Schadensfrüherkennung. Die Leistungsbandsbreite von MIG16 SFE ist jedenfalls ganz erstaunlich. Jeder Schwingungskanal kann in Abhängigkeit anderer Betriebsgrößen (Drehzahl, Moment, Temperatur etc.) überwacht werden. Bei einer Abweichung wird im System ein Voralarm ausgelöst. Genügt der Voralarm gewissen Kriterien (Häufigkeit, Amplitude etc.), so wird eine Abschaltung des Prüfstands ausgelöst. Gerade diese Fähigkeiten des Systems, logisch die Voralarme auszuwerten und dann gezielt eine Abschaltung auszulösen, garantieren eine lückenlose Über-

wachung ohne Fehlabschaltung und machen es daher sehr anwenderfreundlich.

Bei der Überwachung der Schwingungen kann der Anwender zwischen verschiedenen Verfahren wie Effektivwert, Kurtosis, Frequenz-, Ordnungsspektrum, Drehunförmigkeit etc. wählen. Für die typischen Anwendungen bei Getrieben und Verbrennungsmotoren existiert eine Anzahl an vordefinierten und bewährten Überwachungsverfahren.

Das Innovative an den hier eingesetzten Verfahren ist, dass die Grenzwerte für die Überwachung nicht von Hand eingegeben werden müssen, sondern diese automatisch vom SFE-System gelernt werden. Dies ist gerade bei hoch dynamischen Prüfungen mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Prüfschritten eine Erleichterung für den Anwender.

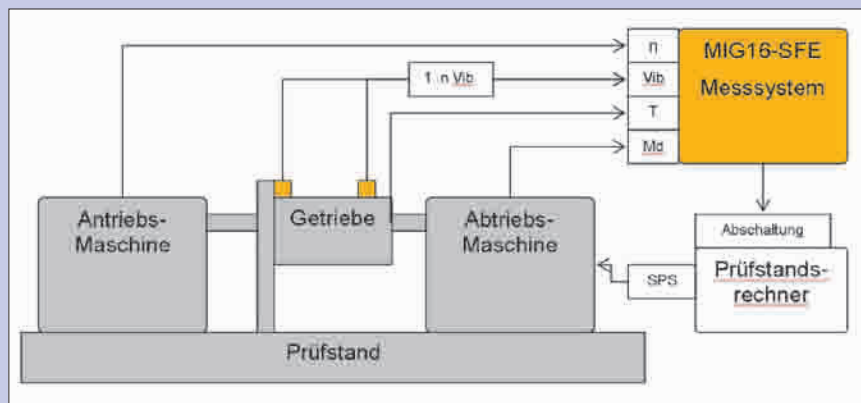
Die Messdaten werden vom Messsystem in eine Datenbank geschrieben. Ein Reportgenerator setzt auf die Datenbank auf und fertigt Berichte nach Kundenwünschen an. Für zahlreiche Anwendungsfälle existieren Vorlagen, wie Trendreport für einzelne Verzahnungen eines Getriebes oder ein Übersichtsreport darüber, was in den letzten Minuten vor einem Schaden geschah.

Der Mehrwert eines SFE-Systems besteht darin, dass mit den Messdaten eine

Technik im Detail

MIG16 SFE auf einen Blick

MIG16 SFE ist ein Messsystem, welches automatisch Grenzen zum Vibrationssignal eines Prüflings unter den verschiedenen Betriebsparameter (Drehzahl, Drehmoment, Temperatur usw.) lernt. Nach der kurzen Lernphase schaltet MIG16 SFE in den Überwachungsmodus um. Wenn im Verlaufe der Prüfung das Vibrationssignal die gelernten Grenzen überschreitet, wird ein Voralarm ausgelöst. Diese Voralarme werden logisch nachbearbeitet und im Falle einer Schädigung des Prüflings wird ein Abschaltensignal zum Prüfstand ausgegeben.



MIG16 SFE erkennt:

- Lagerschäden
- Verzahnungsschäden
- Strukturrisse
- Verschleiß
- Ventillfederbruch
- Kolbenringbruch
- Pleuellagerdefekte

Vorteile von MIG16 SFE:

- Retten von Prototypen
- schnelle Amortisation
- kosteneffektive Erprobung
- klare Analyse und Geschichte der Schädigung
- Darstellung der Schadensursache
- zur Bedienung ist kein Experte notwendig
- Überwachung 24 Stunden / 7 Tagen die Woche

Aufbau einer Dauerhaltbarkeitsprüfung von Getrieben mit SFE-System.

- n = Drehzahl;**
- Vib = Schwingungssignale;**
- T = Getriebetemperatur;**
- Md = Abtriebsmoment;**
- SFE = Schadensfrüherkennung.**


exakte Diagnose der Schädigung des Prüflings gestellt werden kann. Schäden können in einem sehr frühen Stadium gefunden und somit der Schadenshergang und Schadensort diagnostiziert werden. Sollen die Auswirkungen von Schädigungen untersucht werden, dient der Trendreport dazu, das Schadenswachstum präzise verfolgen zu können. Bei einem Folgeschaden (beispielsweise Zahnbruch) kann seine Schadensursache (zum Beispiel Lager Schaden) durch ein sogenanntes 3D-Ordnungsspektrum über der Zeitachse klar aufgezeigt werden.

Ein weiteres Standbein hat sich für red-ant beinahe von selbst aufgetan. Ruthrof: „Nachdem wir das Produkt für die Schadensfrüherkennung entwickelt hatten, sind wir von einem Kunden gebeten worden, für Getriebe und Motoren quasi eine akustische Endkontrolle zu realisieren.“ Diesen Appell haben die Münchener aufgegriffen und das Produkt MIG16 AQS entwickelt. Dabei steht AQS für Akustische Qualitäts-Sicherung. „Hier haben wir es mit einem anderen Anwenderkreis zu tun“, betont Ruthrof. „Die Schadensfrüherkennung

mit MIG16 SFE ist in der Forschung und Entwicklung angesiedelt. Bei dem in der Motoren- und Getriebeendprüfung eingesetzten MIG16 AQS sind unsere Kunden die Produktionsingenieure.“

Zu den weiteren Expansionsplänen befragt, gibt sich der Firmenchef bescheiden, aber dennoch betont zielstrebig: „Wir haben mit ZF, BMW Sauber F1, Stihl, Porsche oder Magna klangvolle Namen auf unserer Referenzliste stehen. Und dennoch gibt es noch einige Unternehmen, um die wir un-

sere Liste gerne noch erweitern möchten. Wir haben uns die Innovationsführerschaft in diesem speziellen Sektor als Absichtserklärung auf unsere Fahnen geschrieben.“

	webCODE
www.red-ant.de	
red-ant	
Direkter Zugriff unter www.antriebspraxis.de	
Code eintragen und go drücken	ap1013



„Bei einem unserer Kunden hat sich das Messsystem bereits nach einer halben Stunde gerechnet.“

**Michael Ruthrof,
Gründer der Firma red-ant**