



GEBEN FAHRZEUGEN KOMFORT UND SICHERHEIT

Widerstandsfähige und miniaturisierte Wegsensoren

In Autos sorgen Wegsensoren für mehr Komfort, eine längere Fahrzeuglebensdauer und weniger Verbrauch. Am häufigsten sind hier präzise Wirbelstromsensoren, aber auch kapazitive oder induktive Wegaufnehmer werden eingesetzt. Micro-Epsilon verfolgt dabei neue und teilweise ungewöhnliche Ansätze.

ANDREAS PÜSCHEL

Zur Optimierung herkömmlicher Verbrennungsmotoren dienen typischerweise Wirbelstromsensoren (**Bild 1**). Sie messen Wege, Distanzen, Positionen und Abstände submikrometgenau. Da in Motoren der Platz knapp ist, kommen Miniatorsensoren zum Einsatz. Der kleinste von Micro-Epsilon besitzt beispielsweise einen Außendurchmesser von

nur 2 mm bei 4 mm Baulänge. Selbst das Kabel zwischen Sensor und Controller ist miniaturisiert: Sein Durchmesser beträgt nur 0,5 mm, es kann aber Entfernungen bis zu 6 m überbrücken. Somit kann der Controller während einer Messung in der Fahrgastzelle oder am Prüfstand in sicherem Abstand zum Motor montiert werden. Im Gegensatz zu größeren Standardsensoren besitzen die Wegaufnehmer ein Keramikgehäuse, womit sie hohe Temperaturen und Drücke überstehen. Auch das Controllergehäuse ist dicht und resistent gegen Öle, Wasser und Schmutz.

Die Sensormontage hat es in sich

Das Gehäuse eines Motors ist von Kühlwasserkanälen durchzogen. Die Sensorintegration und Kabelführung ist schwierig, da kein Kanal verändert oder beschädigt werden darf. Im Herzstück eines jeden Motors, am Kolben, am Pleuel oder an der Kurbelwelle, ist die Kabelführung nochmals schwieriger, da alle Teile beweglich sind. Da die gewünschten Messwerte nur im Inneren eines Motors gewonnen wer-

den können, muss der Sensor außerdem über einen längeren Zeitraum einer denkbar ungünstigen Umgebung widerstehen: Temperaturen bis zu 200 °C, Drücke bis zu 2000 bar und Kontakt mit Kraftstoffen, Ölen oder Kraftstoff-Luft-Gemischen.

Die Anzahl der Sensoranwendungen im Motor nimmt zu (**Bild 2**). So wird beispielsweise die Sekundärbewegung der Pleuelstange und der Pleuelstange und der Pleuelstange und der Pleuelstange gemessen. Mehrere Sensoren sind dafür direkt in den Pleuelstange integriert, sodass sie eine ebene Oberfläche mit der Pleuelstange bilden. Die Pleuelstange werden entlang der Pleuelstange und der Pleuelstange über eine Pleuelstange nach draußen geführt. Direkt im Betrieb, vor allem wenn der Motor Leistung erzeugt, lässt sich so unter Belastung feststellen, ob der Pleuelstange im Pleuelstange beispielsweise zuviel Pleuelstange hat, was die Pleuelstange beeinträchtigen würde.

Messen die Bewegungen von Pleuelstange und Pleuelstange

Um die Pleuelstange der Pleuelstange sichtbar zu machen, werden die Pleuelstange in das Pleuelstange integriert. Ebenso im



1

Bild 1. In etwa diese Größe besitzen Wirbelstromsensoren für den Einsatz in Motoren. Dank Keramikgehäuse überstehen sie auch den befeuchteten Betrieb



Bild 2. Vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Sensoren steigern den Wirkungsgrad von Motoren

APPLIKATION

Zukunftstechnologie: der elektromagnetische Ventiltrieb. Ein außergewöhnlicher Ansatz, um Verbrennungsmotoren zu optimieren, ist ein neues Konzept zur individuellen Steuerung der Verbrennung. Der elektromagnetische Ventiltrieb mit seiner vollvariablen Ventilsteuerung gehört zu den aussichtsreichsten Maßnahmen, um Ottomotoren effizienter zu machen. Im Vergleich zum konventionellen Ventiltrieb mit Nockenwelle ergeben sich zahlreiche zusätzliche Einstellparameter wie Laststeuerungsverfahren, Abgasrückführung und Ventilbetriebsmodus oder die Option der Zylinderabschaltung. Fachleute rechnen bei Einsatz dieser Technologie mit 8 bis 9 Prozent weniger Kraftstoffverbrauch. Hand in Hand mit der Kraftstoffeinsparung gehen signifikant geringere Abgasemissionen.

Statt auf herkömmliche Weise mittels Nockenwelle werden beim elektromagnetischen Ventiltrieb die Motorventile mithilfe elektrischer Aktoren gesteuert. Auf eine Nockenwelle kann dann völlig verzichtet werden. Dadurch wird nicht nur jedes Ventil einzeln gesteuert, sondern auch der jeweilige Ventilhub und die Ventilöffnungs-dauer individuell optimiert. Die für Ottomotoren typischen Ladungswechselverluste werden weitgehend vermieden. Im Zusammenspiel mit den elektrischen Aktoren werden zur schnellen und zuverlässigen Überwachung der Ventilpositionen dynamische Ventilhub-sensoren von Micro-Epsilon eingesetzt.

Der Ventilhubsensor (**Bild**) beruht auf dem patentierten „VIP“-Messprinzip, das sich durch hohe Auflösung und Linearität, Temperaturstabilität und Messrate auszeichnet. Der VIP-Sensor ist robust und kommt völlig ohne Permanentmagnete aus – was die Lebensdauer des Sensors verlängert. Der Ventilhubsensor arbeitet berührungsfrei und ist deshalb verschleißfrei. Als Target für den Sensor dient ein kleiner Aluminiumring auf dem Aktorschafte. Der Ventilhubsensor ist als OEM-Produkt leicht modifizierbar.



Der Ventilhubsensor befindet sich direkt am Schaft des Ventils und ermöglicht so eine effiziente Ventilsteuerung

Motorgehäuse kann beispielsweise die Ausdehnung der Zylinderkopfdichtung während des Arbeitstakts getestet werden. Bei jeder Zündung eines Zylinders entstehen Drücke bis zu 50 bar, die einen fest verschraubten Zylinderkopf minimal anheben. Diese Bewegung wird von der Zylinderkopfdichtung kompensiert, weshalb man auch vom Atmen der Zylinderkopfdichtung spricht. Wie weit sich der Zylinderkopf bewegt, stellen die Wirbelstromsensoren fest. Diese Daten geben Aufschluss über die Haltbarkeit der Dichtung und bewahren Kunden vor fatalen Motorschäden.

Interessant ist auch die Messung des Schmier-spalts in der Kurbelwellen-lagerung. Miniatursensoren werden dazu in das Lager integriert. Sie messen die Distanz durch die Lagerhalbschale auf die Kurbelwelle. Mithilfe der Distanzmessung kann festgestellt werden, ob genügend Öl die Welle im Lager schmiert. Sollte der Ölfilm abreißen, muss die Distanz zur Welle nahe Null sein. Denn wegen der Viskosität des Öls ist ein bestimmter Mindestabstand zwischen Lager und Welle erforderlich. Im Motor selbst können Sensoren von Micro-Epsilon beispielsweise auch die Axialbewegung der Kurbelwelle oder die Ölfilm-dicke am Pleuellager messen oder den oberen Totpunkt der Kolbenbewegung und die Bewegung der Ventile (siehe **Kasten**).

Automatische Schließvorgänge im Auto

Wenn Bewegungen automatisch ablaufen, verbessert das zwar den Komfort, erhöht aber immer das Risiko für Verletzungen. Bei nahezu allen neuen Autos sind elektrische Fensterheber serienmäßig verbaut. In der Oberklasse lässt sich auch der Kofferraum oder die Tür automatisch schließen. Was aber passiert, wenn sich beim Schließvorgang noch eine Hand im Fenster-, Kofferraum- oder Türspalt befindet? Bei gängigen Sicherheitssystemen ermitteln Sensoren Parameter, die mittels komplexer Algorithmen ausgewertet werden und mit deren Hilfe ein Signal zum Umkehren der Bewegung generiert wird. Der Stopp des Elements wird schnellstmöglich eingeleitet und die Bewegung umgekehrt.

Diese Einklemmschutzsysteme reagieren meist erst auf Berührung mit mehr oder minder großen Kräften, also häufig einen Moment zu spät. Ein neues Verfahren, das aus einer Entwicklungskooperation un-

ter anderem aus Metzeler Automotive und Micro-Epsilon hervorging, ermittelt berührungslos über eine Gummischaltleiste sensibel den Druck an einer Schließkante. Das als ODS (Obstacle Detection Sensor,



FAZIT

Sicherer und effizienter. Diese und ähnliche Applikationen werden auch in Zukunft den Wirkungsgrad und die Sicherheit der Kraftfahrzeuge verbessern. Systeme wie der Einklemmschutz lassen sich auf andere Einsatzgebiete übertragen. So ist dieses Prinzip schnell auf die Türen von Zügen oder auf Hallentüren anwendbar. Dabei ist auch das Erkennen von Holz oder Kunststoffen möglich, weil die Gummischaltleisten redundant kapazitiv und taktil wirksam sind.

Titelbild) bezeichnete Produkt besteht im Prinzip aus zwei Drähten mit einer zugehörigen Elektronikereinheit. Die Elektronik ist so kompakt, dass sie in die Tür oder Heckklappe verbaut werden kann. Die Drähte können beispielsweise in die Türdichtung integriert werden und sind so für den Anwender nicht sichtbar. Der frei verlegbare Sensorstreifen ist überall dort anwendbar, wo die Gefahr des Einklemmens besteht.

Der auf dem kapazitiven Messprinzip basierende Sensor bildet um die beiden Drähte ein Feld. Befindet sich ein Gegenstand oder eine Hand in 3 bis 5 mm Entfernung zum Sensor, wird diese Störgröße erkannt und die Bewegung beendet. Jeder Gegenstand, der sich in der Nähe des Sensors befindet, beeinflusst das Feld, wodurch ein Schaltsignal generiert werden kann. Mithilfe eines ausgeklügelten Algorithmus entscheidet das Sicherheitssystem, ob nur eine Störung durch vorbeifahrende Autos, Spritzwasser oder andere Umwelteinflüsse



KONTAKT

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG,
94496 Ortenburg,
Tel. 08542/168-231,
Fax 08542/168-92231,
www.micro-epsilon.de

vorliegt oder wirklich Gefahr besteht. Der Sensor ist so empfindlich, dass er auch Finger an jeder Position erkennt. *(ml)*



DER AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) **ANDREAS PÜSCHEL** ist Produktmanager OEM/Automotive bei Micro-Epsilon in Ortenburg.

