

# Wegsensoren im Automobil für mehr Leistung und Sicherheit

**Automobile ohne Sensoren wären heute nicht mehr denkbar. Gerade in den letzten Jahren nahm der Anteil an Elektronik und Sensorik in Automobilen immer stärker zu. Dass dazu aber speziell Wegsensoren einen entscheidenden Anteil beitragen, ist kaum bekannt. In zahlreichen Applikationen sorgen sie für mehr Komfort, eine längere Lebensdauer des Kfz und weniger Verbrauch. Eingesetzt werden dafür häufig präzise Wirbelstromsensoren. Mit von der Partie sind oft auch kapazitive oder induktive Sensoren. In diesem Zusammenhang sorgt das Unternehmen Micro-Epsilon aus Ortenburg für teilweise ungewöhnliche und oft ganz neue Ansätze.**

## Für weniger Verbrauch und mehr Leistung

Zur Optimierung von herkömmlichen Verbrennungsmotoren werden typischerweise Wirbelstromsensoren verwendet. Da aber in Motoren ohnehin nicht viel Platz zur Verfügung steht, werden dafür spezielle Miniatursensoren verwendet. Diese Sensoren müssen extreme Drücke und Temperaturen ertragen können.

Nur wenige Sensoren werden diesen Anforderungen gerecht. Micro-Epsilon beweist sich dennoch schon seit vielen Jahren als zuverlässiger Lieferant in diesem Sektor. Dabei werden in interessanten Entwicklungsprojekten

und Kooperationen immer wieder neue Möglichkeiten gefunden, den Wirkungsgrad der Verbrennungsmotoren zu steigern.

Die Wirbelstromsensoren messen Wege, Distanzen, Positionen und Abstände submikrometergenau. Diese Sensoren werden in zahlreichen Messaufgaben am Verbrennungsmotor eingesetzt. Dabei entstanden besondere Wirbelstrom-Miniatursensoren, von denen der kleinste nur 2 mm Außendurchmesser bei 4 mm Baulänge besitzt. Auch das Kabel zwischen Sensor und Controller ist in gewisser Weise mit einem halben Millimeter Durchmesser miniaturisiert. Im Gegensatz zu größeren Standardsensoren besitzen

die Sensoren ein Keramikgehäuse, wodurch sie hohe Temperaturen und Drücke überstehen. Damit entwickelt, produziert und vertreibt das Unternehmen die kleinsten Wirbelstromsensoren. Zwischen Controller und Sensor lassen sich mit dem Verbindungskabel bis zu 6 m überbrücken. Dadurch kann der Controller während einer Messung in der Fahrgastzelle oder am Prüfstand in sicherem Abstand zum Motor montiert werden. Zudem befinden sich die Bedienelemente des Controllers innerhalb des Gehäuses. Das Controllergehäuse ist absolut dicht und resistent gegenüber Ölen, Wasser und Schmutz.

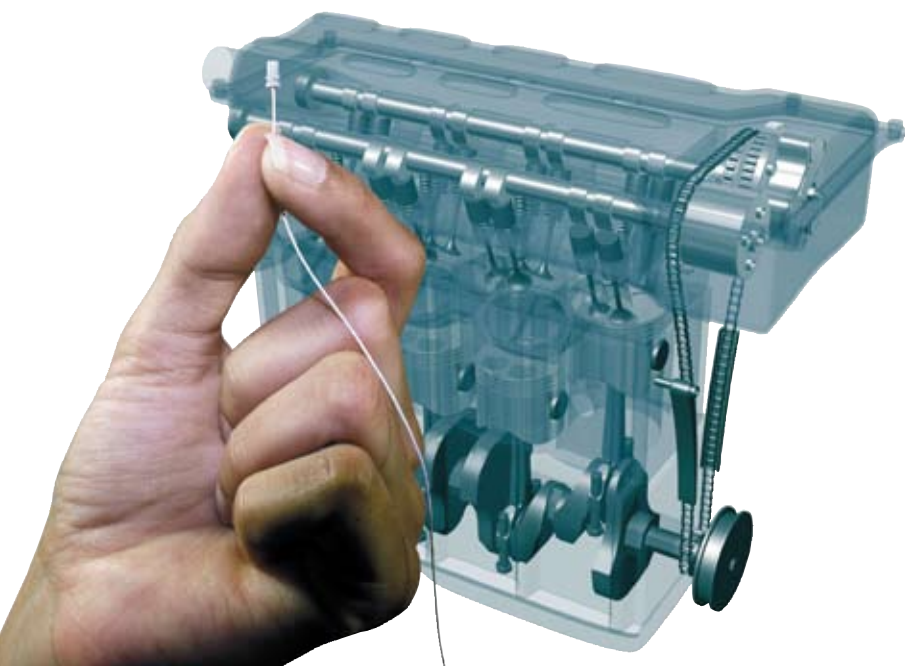
## Anspruchsvolle Sensor-Montage

Schwierigkeiten bereitet bei allen Anwendungen im Motor der zur Verfügung stehende Raum. Das Gehäuse eines Motors ist mit vielen Kühlwasserkämen durchzogen. Die Sensorintegration und Kabelführung ist deshalb schwierig, da kein Kanal verändert oder beschädigt werden darf. Im Herzstück jedes Motors, am Pleuel oder der Pleuelwelle, ist die Kabelführung nochmals um einiges schwieriger, da alle Teile in ständiger Bewegung sind. Die gewünschten Messgrößen und -werte können aber nur im Inneren eines Motors gewonnen werden. Neben der höchst anspruchsvollen Montage muss der Sensor über einen längeren Zeitraum einer denkbar ungünstigen Umgebung widerstehen: Temperaturen bis zu 200 °C, Drücke von bis zu 2.000 bar und Kontakt mit Kraftstoffen, Ölen oder Kraftstoff-Luft-Gemischen.

## Viele verschiedene Anwendungen

Die Anzahl der Anwendungen ist stetig steigend. So wird beispielsweise die Sekundärbewegung der Pleuel bei

▼ Etwa diese Größe besitzen Wirbelstromsensoren für den Einsatz in Motoren. Diese Sensoren überstehen auch den befeuerten Betrieb.



den verschiedenen Arbeitstakten gemessen. Mehrere Sensoren sind dafür direkt in den Kolben integriert, so dass sie eine ebene Oberfläche mit der Kolbenwand bilden. Die Kabel werden entlang der Pleuelstange und der Pleuelstange über eine Schwinge nach draußen geführt. Direkt im Betrieb, und insbesondere wenn der Motor Leistung erzeugt, kann so unter Belastung festgestellt werden, ob der Kolben im Zylinder beispielsweise zuviel Spiel hat und dies die Lebensdauer beeinträchtigen würde.

Für die Visualisierung der Bewegung der Pleuelstange werden die Sensoren in das Pleuellager integriert. Werden die Sensoren an anderer Stelle im Pleuellager verbaut, kann beispielsweise die Ausdehnung der Pleuellagerdichtung während des Arbeitstaktes getestet werden. Bei jeder Zündung eines Zylinders entstehen Drücke bis zu 50 bar, die einen fest verschraubten Pleuelkopf minimal anheben. Diese Bewegung wird von der Pleuellagerdichtung kompensiert, weshalb man auch vom »Atmen der Pleuellagerdichtung« spricht. Wie weit sich der Pleuelkopf bewegt, wird von den Wirbelstromsensoren erfasst. Diese Daten geben Aufschluss über die Haltbarkeit der Dichtung und bewahren Kunden vor fatalen Motorschäden. Interessant ist auch die Messung des Pleuelstapls in der Pleuellagerlagerung. Miniatursensoren werden dazu in das Pleuellager integriert. Sie messen die Distanz durch die Pleuellagerhälfte auf die Pleuellagerwelle. Durch die Distanz kann festgestellt werden, ob genügend Öl die Pleuellager im Pleuellager schmiert. Sollte der Pleuelstapf abreißen, muss die Distanz zur Pleuellagerwelle nahe Null sein. Denn durch die Viskosität des Öls ist ein bestimmter Mindestabstand von Pleuellager zur Pleuellagerwelle erforderlich. Im Motor selbst lässt sich mit Sensoren von Micro-Epsilon noch einiges mehr messen, so z. B. die Pleuellagerbewegung der Pleuellagerwelle oder die Pleuelstapfdicke am Pleuellager. Auch der obere Pleuellagerpunkt der Pleuellagerbewegung und die Pleuellagerbewegung der Pleuellager können gemessen werden.



▲ Viele verschiedene Anwendungsmöglichkeiten von Sensoren steigern den Wirkungsgrad aktueller Motoren

### Technologie der Zukunft

Einen ganz anderen Ansatz der Optimierung von Verbrennungsmotoren bildet ein neues Konzept zur individuellen Steuerung der Verbrennung. Der elektromagnetische Ventiltrieb mit seiner voll variablen Ventilsteuerung gehört zu denjenigen Maßnahmen zur Effizienzerhöhung und Kraftstoffersparungen bei benzinbetriebenen Ottomotoren, die den größten Erfolg versprechen. Im Vergleich zum konventionellen Ventiltrieb mit Pleuellager ergeben sich beim elektromagnetischen Ventiltrieb eine Vielzahl zusätzlicher Einstellparameter wie Laststeuerungsverfahren, Abgasrückführung und Ventilbetriebsmodus. Des Weiteren besteht die Option der Pleuellagerabschaltung. Fachleute rechnen bei Einsatz dieser Technologie mit einem Einsparpotenzial des Pleuellager von 8 % bis 9 %. Hand in Hand mit der Kraftstoffersparung gehen signifikante Verringerungen der Abgasemissionen. Statt auf herkömmliche Weise mittels Pleuellager werden beim elektromagnetischen Ventiltrieb die Motor-

ventile durch elektrische Aktoren gesteuert. Auf eine Pleuellagerwelle kann dann völlig verzichtet werden. Dadurch wird nicht nur jedes Ventil einzeln gesteuert, sondern auch der jeweilige Ventilhub und die Ventilöffnungsdauer individuell optimiert. Die für Ottomotoren typischen Pleuellagerverluste werden weitgehend vermieden. Im Zusammenspiel mit den elektrischen Aktoren werden zur schnellen und zuverlässigen Überwachung der Ventilpositionen dynamische Pleuellagerhubsensoren von Micro-Epsilon eingesetzt. Der Pleuellagerhubsensor beruht auf dem patentierten VIP-Messprinzip. Eine hohe Auflösung und Linearität, hohe Pleuellagerstabilität und Messrate werden dadurch erreicht. Der VIP-Sensor weist eine sehr robuste Arbeitsweise auf, bei gleichzeitig vollständigem Verzicht auf Permanentmagnete. Dadurch werden die Nachteile, die Permanentmagnete mit sich bringen, vermieden und folglich eine lange Lebensdauer des Sensors erzielt. Der Pleuellagerhubsensor arbeitet berührungslos und ist deshalb verschleißfrei. Als Target für den Sensor dient ein



◀ **Das Einklemmschutzsystem ODS im Einsatz an einer Heckklappe. Sobald sich die Hand nähert, stoppt und reversiert das System die Bewegung der Heckklappe.**  
Quelle: Metzeler

oder minder großen Kräften, also häufig einen Moment zu spät.

Ein neues Verfahren, das aus einer Entwicklungskooperation unter 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) bezeichnete Produkt besteht im Prinzip aus zwei Drähten mit einer zugehörigen

Elektronikeinheit. Die Elektronik ist so kompakt, dass sie in die Tür oder Heckklappe verbaut werden kann. Die Drähte können beispielsweise in der Türdichtung integriert werden und sind so für den Anwender nicht sichtbar. Der frei verlegbare Sensorstreifen kann überall dort angewendet werden, 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 - 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 einer ausgeklügelten Algorithmik entscheidet das Sicherheitssystem, ob nur eine Störung durch vorbeifahrende Autos, Spritzwasser oder andere Umwelteinflüsse vorliegt oder wirklich Gefahr besteht. Der Sensor ist so empfindlich, dass auch Finger an jeder Position des Sensors erkannt werden.

Mit diesen und einigen weiteren Applikationen steigen auch in Zukunft der Wirkungsgrad und die Sicherheit der Fahrzeuge. Systeme wie der Einklemmschutz bilden auch Synergieeffekte. So kann dieses Prinzip auch schnell auf Türen von Zügen oder Halbtüren angewendet werden. Auch ist dabei das Erkennen von Holz oder Kunststoff problemlos möglich, weil die Gummischaltleisten redundant kapazitiv und taktil wirksam sind.

kleiner Aluminiumring, der auf den Aktorschaft aufgebracht wird und sich im Sensor bewegt.

Der Ventilhubsensor ist als OEM-Produkt für Kunden leicht modifizierbar.

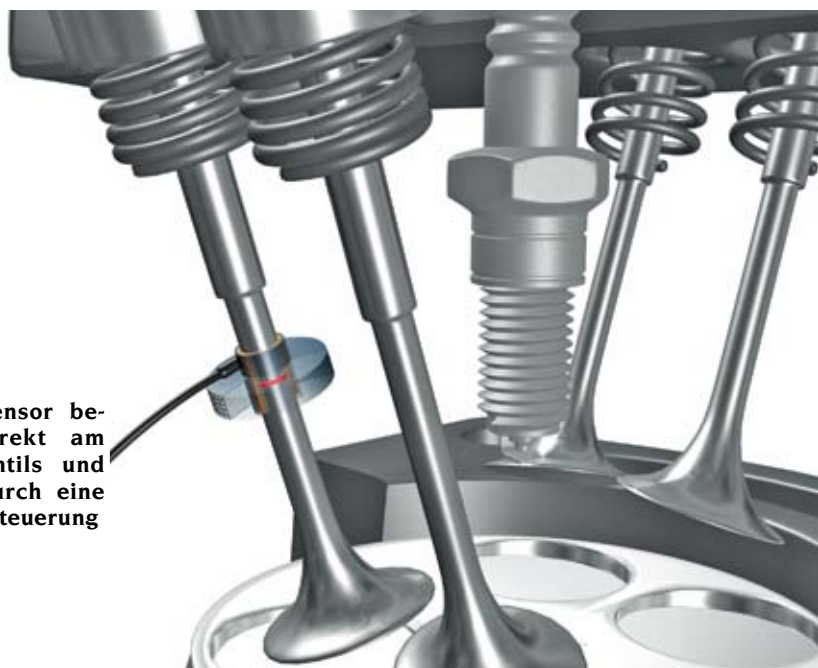
### Automatische Schließvorgänge im Automobil

Den steigenden Komfortansprüchen der Kunden eine adäquate Sicherheit gegenüberzustellen, ist eine völlig andere Art von Applikation. Wenn Bewegungen automatisch ablaufen, ist damit zwar ein gewisses Komfortplus geschaffen, aber immer auch ein erhöhtes Verletzungsrisiko damit verbunden. Bei nahezu allen neuen Autos sind elektrische Fensterheber serienmäßig verbaut. Bei Wagen 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 bestimmte Parameter, die mittels komplexer Algorithmen ausgewertet werden und darauf ein Signal zur Reversierung der Bewegung generieren. Der Stopp des Elementes wird schnellstmöglich eingeleitet und die Bewegung umgekehrt. Diese Einklemmschutzsysteme reagieren meist erst auf Berührung mit mehr

#### ► INFO

Autor:  
Dipl. Wirt.-Ing. (FH) Florian Hofmann  
Marketing, technische Redaktion  
Micro-Epsilon Messtechnik  
GmbH & Co. KG  
Königbacher Str. 15  
94496 Ortenburg  
Tel.: 08542 168-225  
Fax: 08542 168-90  
E-Mail: Florian.Hofmann@Micro-Epsilon.de  
www.micro-epsilon.de



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