



# Bitte nicht berühren!

**Wirbelstromsensoren messen präzise und verschleißfrei bei rauen Umweltbedingungen**

Stefan Stelzl

*Sie werden kleiner, robuster und die Funktionen nehmen zu. Wirbelstromsensoren sind konzipiert zur berührungslosen Erfassung von Weg, Abstand, Verschiebung, Position, aber auch von schnellen Prozessen wie Schwingungen und Vibrationen. Daher eignen sie sich für die Automobilbranche, aufgrund ihrer hohen Präzision aber ebenso gut für den Einsatz im rauen Industrieumfeld.*

**E**in Verzicht auf den Einsatz von Wirbelstromsensoren – u. a. beim Produktionsprozess von Fahrzeugen, aber auch im Automobil selbst (zum Beispiel in Form von Sicherheitssystemen oder Komfort) – ist heutzutage undenkbar. Um generell Wege, Verformungen, Dehnungen, Abstände, Positionen und weitere geometrische Größen zu erfassen, wird neben den taktilen Sensoren diese berührungslose Messtechnik eingesetzt. Wirbelstromsensoren messen oft schneller, präziser und zuverlässiger als berührende Sensoren. In der Fertigung verwendet, erfolgt die Qualitätskontrolle aufgrund der präzisen Sensoren nicht erst am fertigen Produkt. So können mögliche Fehler im Herstellungsprozess frühzeitig erkannt und behoben werden. Ziel ist es, die Qualität der Produkte zu verbessern, den Ausschuss zu minimieren und die Gesamtherstellkosten zu senken. Die Vorteile liegen dabei auf der Hand: Gemessen wird ohne Verschleiß und ohne Berührung des Objektes. Zudem bieten die Sensoren, basierend auf dem elektromagnetischen Messprinzip, sowohl eine hohe Präzision als auch schnelle Messungen nahezu in Echtzeit aufgrund der hohen Grenzfrequenz. Weitere Vorteile sind die robuste Bauart und die Tatsache,

dass sie als industrietaugliche Sensorbauformen produziert werden.

## **Stabilität trotz Temperaturschwankungen**

Wirbelstromsensoren von Micro-Epsilon werden häufig in Anwendungen eingesetzt, in denen höchste Präzision unter schwierigen Umweltbedingungen gefragt ist. Möglich macht dies die ausgeprägte Resistenz gegenüber Verschmutzung, Druck (bis zu 2000 bar) und extremen Temperaturen (-40 bis 200 °C und höher). Alle Wirbelstrom-Messsysteme sind mit einer aktiven Temperaturkompensation ausgestattet. Damit bieten sie auch in Umgebungen mit Temperaturschwankungen Stabilität und liefern genaue Ergebnisse. Mit der maximalen Grenzfrequenz von 100 kHz (-3dB) können auch schnelle Prozesse wie Schwingungen und Vibrationen erfasst werden.

## **Vielfältige anwenderspezifische Anpassungen**

Die berührungslosen Wirbelstromsensoren der Gruppe EddyNCDT werden auch für Messungen mit Submikrometer-Genauigkeit

Dipl.-Ing. Stefan Stelzl ist Produktmanager Sensorik bei der Micro-Epsilon Messtechnik GmbH in Ortenburg



**01** Das Messsystem arbeitet mit einem Temperaturkompensationsverfahren und liefert Stabilität auch bei schwankenden Temperaturen

eingesetzt. Gerade für mittlere und große Serien werden oftmals Änderungen an den Standard-Wirbelstromsensoren gewünscht. Für anwenderspezifische Anforderungen lassen sich die Sensoren vielfältig anpassen. Damit sind Änderungen an Kabeln, Sensor-material- und Bauform sowie am Controller (z.B. Bandbreite, Ausgangssignal, Filter) möglich. Von Systemintegratoren werden besonders Sensoren mit integrierter Elektronik im Miniaturgehäuse oder spezielle Sensorbauformen angefragt. Beispiele für gewünschte Änderungen sind u. a. angepasste Grund- und Messabstände, geänderte Gehäuse- und Befestigungsoptionen sowie druckresistente Sensoren bis zu 2000 Bar.

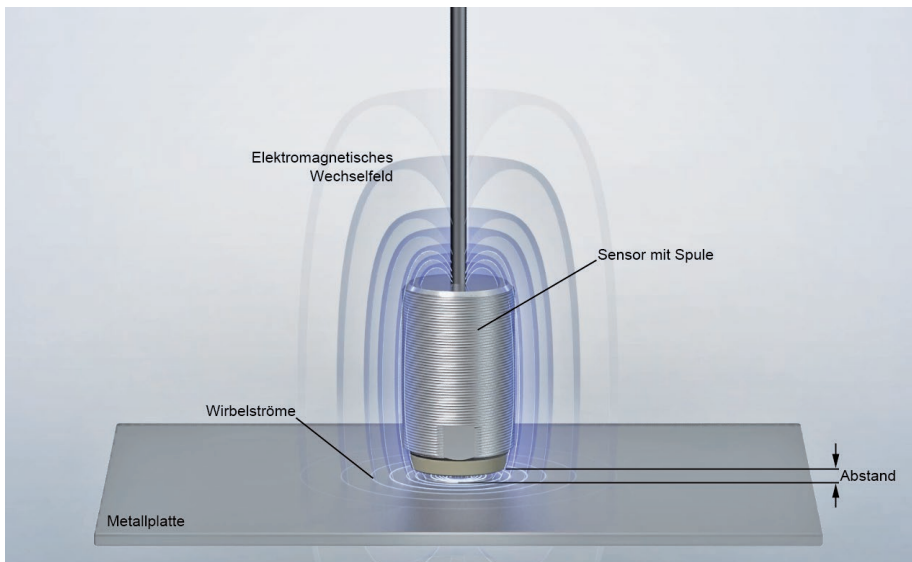
**Sensorik bietet Sicherheit im Straßenverkehr ...**

Wenn es um die Sicherheit beim Autofahren geht, versteht niemand Spaß. Und genau deshalb sind Sensoren im Fahrzeug wichtige Informationsgeber. Micro-Epsilon bietet eine breite Palette von Sensoren und Sensorprinzipien, die im Fahrzeug zum Einsatz kommen. Dazu zählen vor allem Weg- und Drehzahlsensoren. Wegsensoren können überall dort eingesetzt werden, wo mechanische Fahrwege erfasst und in ein Regel-

signal übergeführt werden müssen. Beispiele dafür sind der Pedalweg für das Bremspedal, der Kupplungsweg für automatisierte Schaltgetriebe („shift-by-wire“) oder der Ventilhub für elektrisch oder hydraulisch angesteuerte Ventile. Bei den ABS-Systemen messen Sensoren die Raddrehzahl, daraus werden Regelparameter für die Bremse abgeleitet. War dieses System früher zunächst nur den Fahrzeugen der Oberklasse vorbehalten, wird heute praktisch kein Auto mehr ohne ABS ausgeliefert. Andere Anwendungsbereiche von Sensoren liegen in der zunehmenden „Elektrifizierung“ durch „by-wire“-Anwendungen von bisher mechanisch geprägten Funktionen. Hierzu zählen bereits in Serie befindliche Systeme wie „brake-by-wire“.

**... und steigert den Komfort sowie Umweltschutz**

Natürlich möchte man auf höchstmöglichen Komfort in seinem Fahrzeug zurückgreifen können. Sensoren, die die Einstellung von Sitzen oder Kopfstützen regeln, machen diesen möglich. Die sogenannten Wegsensoren dienen im Getriebe dazu, Schaltvorgänge zu automatisieren und damit schneller und auch effizienter zu machen. Neben einer Entlastung des Fahrers zählen vor allem die



**02** Der Effekt zur Messung via Wirbelstrom beruht auf dem Entzug von Energie aus einem Schwingkreis

Leistungsvorteile durch reduzierten Spritverbrauch und bessere Beschleunigungswerte.

Und noch ein weiterer Punkt bringt Sensoren in Fahrzeugen ins Spiel: der Umweltschutz. So sind vor allem jene wichtig, die im Zuge von verschärften Abgasvorschriften benötigt werden, um Emissionen zu reduzieren. Ventilhubsensoren werden verwendet, um Aktuatoren zu regeln, die die Ventile im Motor ansteuern. Durch den Verzicht auf die Nockenwelle und deren Ersatz durch Aktuatoren werden verbesserte Abgaswerte bei gleichzeitig reduziertem Verbrauch und gesteigerter Motorleistung möglich. Drehzahlsensoren werden schon lange in Turboladern für Lkw eingesetzt. Dort helfen sie, die Abgasrückführung zu regeln. Doch auch eine

Überlastung des Laders kann damit rechtzeitig detektiert werden, wodurch die Lader enger an den Spezifikationsgrenzen betrieben werden können. Dies führt zu einem effektiveren Betrieb und zu kleineren, leichteren Turboladern. Mit den zunehmend verschärften Abgasvorschriften im Pkw-Bereich liegt es nahe, diese Technologie auch hier einzuführen. Drehzahlsensoren basierend auf der Wirbelstrom-Technologie sind für diese Aufgabe geeignet.

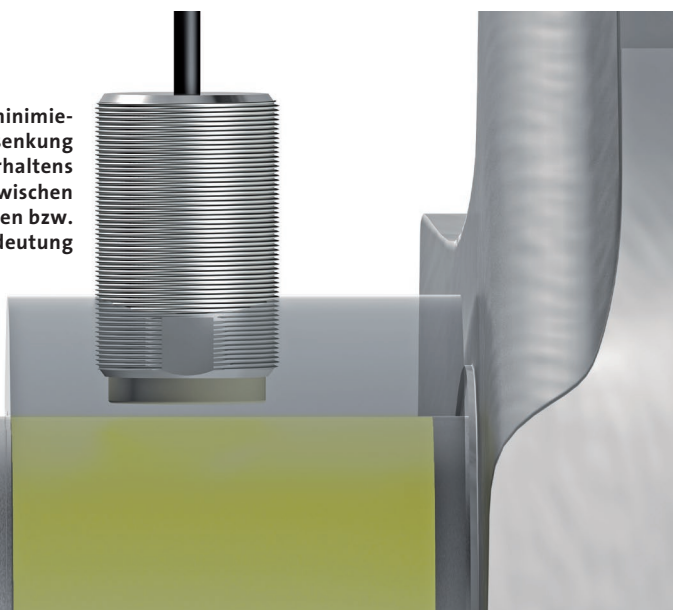
### Ölfilmdickenmessung in einem Verbrennungsmotor

Zu den Zielen in der heutigen Motorenentwicklung zählen Schadstoffminimierung

und Ölverbrauchssenkung. Um geeignete Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele zu ergreifen, ist u. a. die Kenntnis des Verhaltens und der Dicke des Ölfilmes zwischen Zylinderwand und Kolben bzw. Kolbenringen von hoher Bedeutung. Besonders interessant ist hierbei das obere Drittel der Zylinderbohrung. Um zuverlässige Messergebnisse zu erhalten, die in die Serienentwicklung miteinfließen können, müssen Versuche am realen Motor und unter realistischen Betriebsbedingungen durchgeführt werden. Die Sensoren sind in der Zylinderwand hinter einer Schutzschicht eingebaut, die zum einen den Sensor thermisch isolieren und zum anderen die Kontur der Zylinderwand nachbilden soll.

Gemessen wird der Abstand der Kolbenringe zur Zylinderwand. Für die Messung wird davon ausgegangen, dass der Spalt zwischen Zylinderwand und Kolbenringen vollständig mit Öl gefüllt ist. Für die Messungen wurde ein Messsystem mit einer hohen zeitlichen (0,1/Kurbelwellenumdrehung) und sehr hohen räumlichen ( $\sim 1 \mu\text{m}$ ) Auflösung gesucht. Es darf gleichzeitig nicht durch Öl beeinflusst werden und muss verschmutzungstolerant sein. Die Sensoren sind hohen Temperaturen (kurzfristig bis  $200^\circ\text{C}$ ) ausgesetzt und werden, um Schäden zu vermeiden, temperaturüberwacht. Aufgrund der sehr kleinen Bauform ist der Einfluss auf das tribologische System Kolbenring-Zylinderwand sehr gering.

**03** Für die Schadstoffminimierung und Ölverbrauchssenkung ist die Kenntnis des Verhaltens und der Ölfilmdicke zwischen Zylinderwand und Kolben bzw. Kolbenringen von Bedeutung



[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)