

# FREIE KAPAZITÄTEN IN DER SENSORIK

Das kapazitive Messprinzip gehört zu den klassischen Verfahren der industriellen Weg-, Abstands- und Positionserfassung. Die kapazitiven Sensoren arbeiten berührungslos, verschleißfrei und nanometergenau und werden in unterschiedlichsten Branchen eingesetzt – nicht nur in der Produktion, sondern auch im Labor und Operationsaal.

TEXT: Johann Salzberger, MicroEpsilon FOTO: MicroEpsilon [www.eue24.net/PDF/EE413901](http://www.eue24.net/PDF/EE413901)

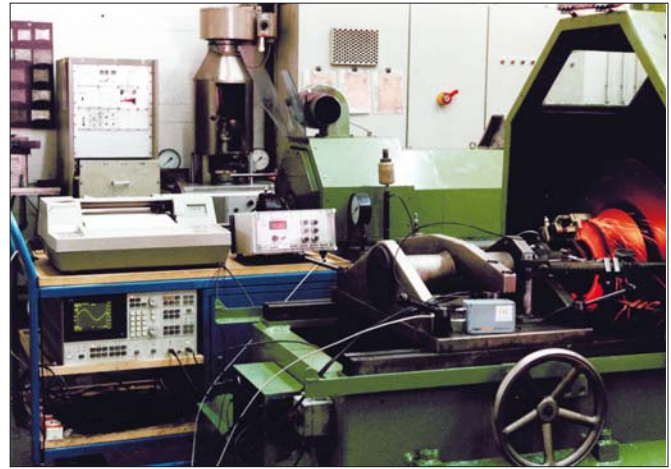
Beim kapazitiven Messprinzip bilden Sensor und Messobjekt „Platten“ eines idealen Kondensators: Durchfließt ein Wechselstrom mit konstanter Frequenz und Amplitude den Sensorkondensator, so ist die Amplitude der Wechselspannung am Sensor proportional dem Abstand zum Messobjekt. Kapazitive Sensoren zählen zu den präzisesten Messsystemen überhaupt – es werden Auflösungen von weit unter einem Nanometer erzielt. Da thermisch bedingte Leitfähigkeitsänderungen des Messobjekts keinen Einfluss auf die Messung haben, ist das Prinzip auch bei starken Temperaturschwankungen stabil.

Im Messprozess kann sich das Feld auch seitlich der Elektrode ausbreiten. In diesem Fall könnte eine fehlerhafte Ab-

standsinformation vermittelt werden. Um diesen Randeffect zu vermeiden, wird um die Elektrode ein Schutzring montiert. Er dämmt das Feld ein und erzeugt ein homogenes Messfeld; die vom Schutzring ausgehenden Feldlinien werden bei der Messung nicht berücksichtigt. Dadurch wird eine lineare Kennlinie erreicht.

Hohe Messpräzision setzt bestimmte Messbedingungen voraus: Die Umgebung muss sauber und trocken sein, da Änderungen des Materials zwischen Sensor und Messobjekt eine empfindliche Auswirkung auf das Signal haben. Ebenfalls ist auf die relativ geringe Kabellänge zwischen Sensor und Controller zu achten. Beim Standardgerät mit integriertem Vorver-

Im Einsatz am Bremsenprüfstand. Die hohe Temperatur der Brems Scheibe hat kaum Einfluss auf die Messung. Es wird die Verformung der Brems Scheibe im  $\mu\text{m}$ -Bereich gemessen.



stärker ist sie mit 1 m definiert (je nach Modell sind bis 3 m möglich). Mit einem externen Vorverstärker sind zusätzlich bis zu 20 m Abstand zwischen Controller und Vorverstärker möglich. Soll der Sensor einen Messbereich von mehreren Millimeter aufweisen, steigt die Größe der Sensorgeometrie immer schneller. Als elektromagnetisches Verfahren misst ein kapazitives Messsystem auf alle Metalle mit stabiler Empfindlichkeit und Linearität. Für eine konstante Messung ist eine gleichbleibende Dielektrizitätskonstante zwischen Sensor und Messobjekt eine wichtige Voraussetzung, da das Messsystem empfindlich auf Änderungen des Dielektrikums im Messspalt reagiert. Kapazitive Sensoren messen auch gegen Isolatorwerkstoffe, da diese als geändertes Dielektrikum erfasst werden.

### Kapazitiver Controller nach Baukastenprinzip

Für den flexiblen Einsatz der kapazitiven Sensoren stellte der Sensorikspezialist Micro-Epsilon den neuen Controller CapaNCDT 6200 vor, der auf bis zu vier Messkanäle erweitert werden kann. Die zusätzlichen Kanäle kann der Benutzer selbst, ohne Einschränkungen in der Leistungsfähigkeit und Bedienbarkeit der Software, hinzufügen oder entfernen. Der neue Controller besitzt eine Ethernet-Schnittstelle; die Bedienung erfolgt per Web-Oberfläche. Wie bei den früheren Modellen können alle kapazitiven Wegsensoren von Micro-Epsilon ohne weitere Kalibrierung an den Controller angeschlossen werden. Um die Genauigkeit der Messergebnisse zu erhöhen, können kundenspezifische Kennlinien abgespeichert werden.

### Verformungsmessung einer Brems Scheibe

Ein gutes Anwendungsbeispiel für dieses Messprinzip ist die Messung der Verformung einer Brems Scheibe unter Belastung. Um genaue Kenntnisse über die Verformung während des Bremsvorganges zu erhalten, muss diese unter extremen

Bedingungen geprüft werden. In einem Prüfstand bewegt sich die Brems Scheibe mit einer Drehzahl von 2.000 U/min bei einer Temperatur von 600 °C. Für diesen Versuch wird ein Messsystem benötigt, das eine hohe Messrate oder Grenzfrequenz leistet und durch temperaturbedingte Änderungen der magnetischen und konduktiven Eigenschaften des Objekts nicht beeinflusst wird. Zudem muss der Sensor eine hohe Auflösung haben, da die Verformung bei unter 100  $\mu\text{m}$  stattfindet. Das kapazitive Messprinzip erfüllt diese Bedingungen.

### Feinpositionierung eines OP-Mikroskops

Ein anderes Anwendungsbeispiel kommt aus der Medizin. Bei chirurgischen Eingriffen ist eine perfekte Sicht auf den Operationsbereich unabdingbar. An dieser Stelle wird der Arzt häufig durch ein Operationsmikroskop unterstützt. Die Optik des Mikroskops ist an langen Armen eines Stativs befestigt. Um den Sichtbereich des Mikroskops für den Arzt stabil zu halten, ist eine ständige Korrektur der Drehgelenke erforderlich. Dazu wird der kapazitive Sensor eingesetzt. Das System misst den Abstand zur Referenzfläche, die die Bewegung des Stativarmes im Drehgelenk widerspiegelt. Ist die Auslenkung der Referenz zu groß, bringt die Steuerung den Stativarm in seine ursprüngliche Position zurück. Kompakte Bauweise und leichte Integration des Systems in die vorhandene Konstruktion sind wesentliche Vorteile dieser Lösung. Dem Chirurgen liefert sie während der gesamten Operation ein klares Bild.

### Zusammenfassung

Kapazitive Sensoren werden überall dort eingesetzt, wo präzise und stabile Ergebnisse gefordert werden. Sie werden verwendet um Vibrationen, Auslenkung, Ausdehnung, Weg, Durchbiegung, Verformung, Dicke u.v.m. zu messen. □

> [MORE@CLICK EE413901](#)