

Wegsensoren im Vergleich

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, den Abstand zu Objekten zu erfassen. Doch wie unterscheiden sich die einzelnen Messprinzipien voneinander? Welcher Sensortyp ist der schnellste, der präziseste und vor allem: der richtige? Eine Übersicht der Vor- und Nachteile verschiedener Prinzipien.

FLORIAN HOFMANN

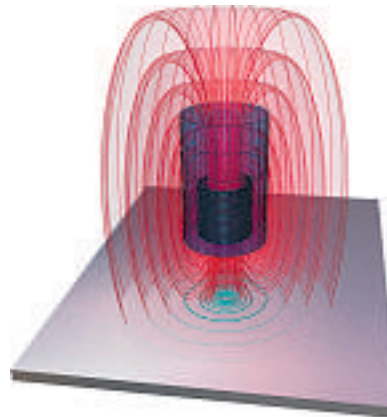
Sensoren müssen häufig in widrigen Umgebungen sicher arbeiten. Sie werden in Öl, bei heißen Dämpfen oder wechselnden Temperaturen verwendet. Genauso ist es aber möglich, dass Sensoren an stark vibrierenden Teilen, in starken elektromagnetischen Feldern verwendet werden oder ein gewisser Abstand zum Objekt nötig ist. Wichtige Einsatzkriterien sind Genauigkeit und Temperaturstabilität, Auflösungsvermögen und Grenzfrequenz.

Da für die Vielzahl der verschiedenen Anwendungen auch unzählige verschiedene Randbedingungen gelten, gibt es keinen Sensor, der für alle Anwendungen geeignet ist. Gerade deshalb ist es als Anwender häufig schwierig, sich für den richtigen Sensor zu entscheiden. Er muss sich unter anderem folgende Fragen stellen:

- Welche Genauigkeit ist nötig?
- Aus welchem Material besteht das Messobjekt?
- Wie ist die Oberfläche?
- Ist das Messobjekt leitfähig?
- Bei welcher Umgebungstemperatur wird der Sensor verwendet?

- Ist die Umgebungstemperatur statisch oder ändert sie sich?
- Was genau soll gemessen werden? Weg, Winkel, Krümmung usw.
- In welchem Medium wird der Sensor eingesetzt?
- Können mechanische Belastungen auftreten?
- Welcher Messbereich ist nötig?

Jedes Messprinzip hat charakteristische Eigenschaften, die in gewissen Situationen als Vor- oder Nachteil ausgelegt werden können – und



Wirbelstromsensoren für Messungen an Objekten aus elektrisch leitenden Werkstoffen; Isolatoren stellen dabei kein Hindernis dar.

(Bilder: Micro-Epsilon)

so ist bei der Auswahl ein Spezialist herbeizuziehen. Hier aber ein kleiner Überblick.

Das Prinzip Wirbelstrom

Das Wirbelstromprinzip ist im eigentlichen Sinne dem induktiven Messverfahren zuzuordnen. Das Verfahren ist bei allen elektrisch leitenden Materialien einsetzbar. Da Wirbelströme Isolatoren ungehindert durchdringen, können sogar Metalle hinter einer isolierenden Schicht als Messobjekt dienen. Eine spezielle Spulenwicklung ermöglicht besonders kleine Sensorbauformen, die auch noch bei hohen Temperaturbereichen einsetzbar sind. Alle Wirbelstromsensoren sind unempfindlich gegen Schmutz, Staub, Feuchte, Öl und Druck.

Dennoch unterliegen Wirbelstromsensoren einigen Einschränkungen. Für jede Applikation ist beispielsweise eine individuelle Linearisierung und Kalibrierung notwendig. Ebenso ist das Ausgangssignal von den elektrischen und magnetischen Eigenschaften des Messobjekts abhängig.

Nichtsdestotrotz verhelfen aber genau diese Restriktionen dem

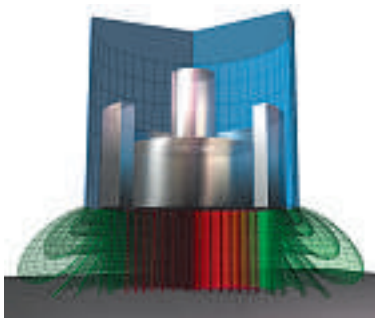
Prinzip		Wirbelstrom	Kapazitiv	Triangulation	Konfokal	Seilzug	Induktiv	Laser-Distanz
Messbereiche	mm	0,4 ... 80	0,05 ... 10	0,5 ... 1000	0,12 ... 25	50 ... 50.000	1 ... 630	100 ... 3.000.000
Linearität	% d.M.	± 0,2	± 0,05	± 0,03	± 0,05	0,05	0,15	2 mm
Erzielbare Auflösung	% d.M.	0,005	0,000075	0,0015	0,004	∞	0,03	0,1 mm
Bandbreite	kHz	bis 100	bis 50	bis 37,5			5	
Messrate	kHz			bis 20	bis 30			2
Temperaturbereich	°C	-50 ... 150	-50 ... 200	0 ... 55	10 ... 50	-20 ... 80	-40 ... 85	-40 ... 60
Temperaturstabilität	d.M./°C	< ± 0,015	< 0,0005	< 0,01	< 0,01		0,005	

Anhaltspunkte für die Auswahl: Vergleich der Sensordaten bei Serienprodukten.

Messprinzip eddyNCDT von Micro-Epsilon zu der hohen Auflösung von wenigen Zehntel Nanometern. Zu beachten ist, dass mit steigendem Messbereich auch die Sensorgröße wächst und damit auch der Messfleck.

Das kapazitive Messprinzip

Beim kapazitiven Messprinzip agieren Sensor und Messobjekt wie ein idealer Plattenkondensator. Durchfließt ein Wechselstrom konstanter Frequenz den Sensorkondensator, so ist die Amplitude der Wechselspannung am Sensor dem Abstand zum Messobjekt (Masse-Elektrode) proportional.



Beim kapazitiven Messprinzip fungieren Sensor und Messobjekt als Elektroden eines Kondensators.

Durch den Aufbau der Sensoren als Schutzringkondensatoren erreicht man in der Realität nahezu eine ideale Linearitätskennlinie. Für eine konstante Messung ist jedoch eine gleichbleibende Dielektrizitätskonstante zwischen Sensor und Messobjekt die Prämisse, das System reagiert äusserst empfindlich auf Änderungen des Dielektrikums im Messpalt.

Da thermisch bedingte Leitfähigkeitsänderungen keinen Ein-

fluss auf die Messung haben, ist das Prinzip auch bei starken Temperaturschwankungen stabil. Die kapazitiven Sensoren capaNCDT zählen laut Hersteller zu den präzisesten überhaupt. Es werden Auflösungen von weniger als einem Nanometer erzielt.

Das konfokal-chromatische Messprinzip

Polychromes Licht (Weisslicht) wird, ausgehend von der Lichtquelle in der Auswerteeinheit, über einen Lichtwellenleiter zum Sensor übertragen. Die dort befindlichen Linsen sind so angeordnet, dass durch kontrollierte chromatische Abweichung das Licht in Längsrichtung der optischen Achse in monochromatische Wellenlängen aufgeteilt wird. Diese Optik fokussiert das Lichtbündel auf die Messobjektfläche. Abhängig vom Abstand befinden sich damit unterschiedliche Spektralfarben im Fokus. Im Sensorsystem wird diejenige Lichtwellenlänge zur Messung herangezogen, die sich exakt auf dem Messobjekt fokussiert.

Dieses Prinzip erlaubt eine Messung auf nahezu allen Oberflächen. Bei transparenten Materialien kann sogar eine Dickenmessung mit nur einem Sensor erfolgen, indem auch das Spektrum der zweiten Oberfläche interpretiert wird. Weil die verschiedenen Wellenlängen des Lichts als Medium verwendet werden, bietet dieses Verfahren eine extrem hohe Auflösung im Nanometerbereich. Einschränkend gilt für dieses Verfahren die begrenzte Distanz zwischen Sensor und Messobjekt.

Der Seilzugsensor

Seilzugsensoren funktionieren wie ein Massband, bei dem allerdings die Weg- bzw. Abstandsinformation nicht mit dem Auge abgelesen, sondern als elektrisches Signal ausgegeben wird.


Die wesentlichen Elemente eines Seilzugsensors sind daher, neben dem Gehäuse, die Feder, die Trommel, das Messeil und ein Winkelmessgerät als Sensorelement.

Das Messeil wird am zu messenden Bauteil befestigt und bei einer Bewegung von der Trommel auf- oder abgewickelt. Dadurch wird die lineare Bewegung in eine rotatorische konvertiert, die dann vom jeweils verwendeten Winkelsensor erfasst wird.


Seilzugsensoren bieten eine sehr kleine Bauform im Vergleich zum Messbereich und sind durch die eingesetzten Bauteile sehr robust ▶

BALLUFF


sensors worldwide




Objekt-erkennung



Weg- und Abstandsmessung




Industrial Identification



Industrial Networking+Connectivity

Think Solution – think Balluff

Automatisierte Lösungen mit größtem Fingerspitzengefühl: Balluff Sensorik ist hochpräzise, zuverlässig, sicher und ausgereift. Profitieren Sie von unserer Kompetenz. Und lösen Sie mit Balluff selbst schwierigste Produktionsprobleme. Nutzen Sie unser Know-how für Ihr Wachstum.



more added value

Qualität sichern – Performance steigern

www.balluff.com
 Balluff Sensortechnik AG Riedstrasse 6 8953 Dietikon
 Telefon +43 3223240 Telefax +43 3223241
 sensortechnik@balluff.ch

Autor

Dipl. Wirt.-Ing. (FH) Florian Hofmann
 Marketing, technische Redaktion
 MICRO-EPSILON MESSTECHNIK,
 Deutschland

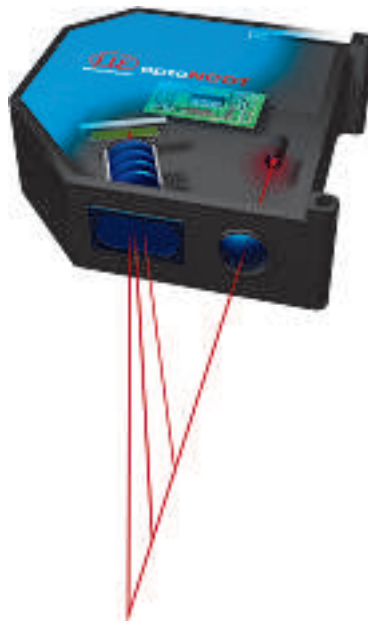
► ausgeführt. Ganz entscheidend ist der schnelle und einfache Einbau der Sensoren, gepaart mit ihrer Flexibilität hinsichtlich Messbereiche und Anschlussmöglichkeiten. Aufgrund der Verwendung verschleiss-behafteter Bauteile wie Potenziometer und Seilen ist die Lebensdauer begrenzt. Diese ist zudem stark von dem eingesetzten Potenziometer oder Encoder abhängig.

Das Prinzip der Lasertriangulation

Eine Laserdiode emittiert einen Laserstrahl, der auf das Messobjekt gerichtet ist. Die dort reflektierte Strahlung wird über eine Optik entweder auf eine CCD-/CMOS-Zeile oder auf ein PSD-Element abgebildet.

Aus der Lage des Lichtpunktes auf dem Empfangselement wird der Abstand des Objekts zum Sensor berechnet. Die Daten werden, je nach Ausführung, über den externen oder internen Controller ausgewertet und über verschiedene Schnittstellen ausgegeben.

Analoge Sensoren arbeiten mit einem PSD-Element, digitale benutzen entweder ein CCD- oder ein CMOS-Element. PSDs messen die Lichtmenge, die vom Messobjekt reflektiert wird. Wird die Form des Lichtpunktes durch Änderungen der Reflexionseigenschaften des Objekts, durch Verkipfung oder das Umgebungslicht geändert, hat dies Auswirkung auf den gemessenen Wert. Bei digitalen Sensoren werden durch die Reflexion einzelne Pixel auf der CCD/CMOS-Zeile beleuchtet. Aus der Verteilung der beleuchteten Pixel und deren Intensitätswerte berechnet der integrierte Micro-Controller mit aufwendigen Algorithmen den Abstand zum Messobjekt. Umgebungseinflüsse und unterschiedliche Oberflächeneigenschaften haben daher keinen Einfluss auf das Messergebnis. Die RTSC (Real Time Surface Compensation) von Micro-Epsilon passt dabei die Laserleistung in Echtzeit für jeden Messwert an und sorgt dafür,



Solche Lasersensoren arbeiten nach dem Triangulations-Prinzip und sind konzipiert für die berührungslose Messung von Weg, Abstand und Position.

dass auch bei schnell wechselnden Oberflächeneigenschaften stabile Messergebnisse erreicht werden.

Da aus grosser Entfernung gemessen werden kann, ist dies ein unschätzbare Vorteil bei heissen oder sich stark bewegenden Messobjekten.

Der induktive Sensor

Der induktive Sensor bedient sich des LVDT-Prinzips (Linear Variabler Differential Transformer) und besteht aus einer primären und zwei sekundären Spulen mit einem gemeinsamen beweglichen weichmagnetisch/ferromagnetischen Magnetkern. Ein Oszillator regt die Primärspule mittels Wechselstrom konstanter Frequenz an. Daraufhin werden Spannungen in die beiden sekundären Spulen induziert, deren Amplituden von der Position des Kerns abhängen. Eine Bewegung des Kerns erzeugt eine steigende Amplitude in einer Sekundärspule bzw. eine fallende Amplitude in der anderen Sekundärspule. Die Differenz zwischen den beiden Sekundärspannungen ist proportional der Weg.

Bekannte und geschätzte Vorteile der induktiven Wegsensoren sind Robustheit, da das Gehäuse vollständig in Metall ausgeführt werden kann, sowie Zuverlässigkeit bei rauen Bedingungen, hohe Signalgüte und Temperaturstabilität. Die Bandbreite ist auf etwa 300 Hz begrenzt und damit sind diese Sensoren eher nicht für schnelle Prozesse zu bevorzugen. Der Spulenkern ist immer metallisch, weshalb sich magnetische Einflüsse auf das Messergebnis auswirken.

Der Laser-Distanz-Sensor

Hinter den Laser-Distanz-Sensoren verbergen sich bei Micro-Epsilon zwei Messprinzipien. Beim Time-of-Flight-Prinzip werden kurze Laserimpulse hoher Amplitude zum Messobjekt gesendet. Dabei wird die Zeit gemessen, die der Lichtimpuls benötigt, um das Messobjekt zu erreichen und zurück zum Empfänger zu gelangen. Die benötigte Zeit lässt präzise auf den Abstand schliessen. Schnelle Messungen bei grossen Abständen sind damit möglich.

Das zweite Prinzip funktioniert nach dem Phasen-Vergleichs-Verfahren. Kontinuierliche Lasersignale mit geringer Amplitude werden zum Messobjekt gesendet. Je nach Entfernung des Objekts verändert der Abstand die Phasenbeziehung zwischen gesendeten und empfangenen Signalen. Sensoren dieses Prinzips arbeiten mit hoher Genauigkeit bei mittleren Messabständen.

Beste Ergebnisse werden mit diesen Sensoren auf diffus reflektierenden Oberflächen erzielt. Für eine Erweiterung des Abstandes kann auch eine spezielle Reflektortafel verwendet werden. Trotz der hohen Messbereiche bieten diese Sensoren eine hohe Genauigkeit. ■