

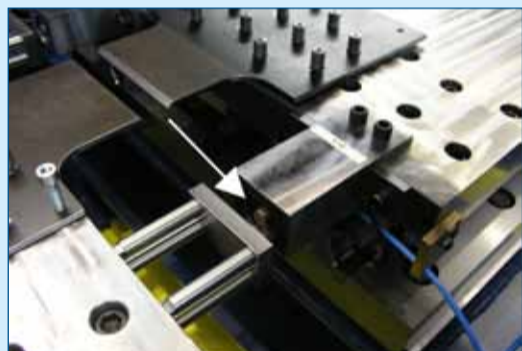
# Mechanische grootheden gemeten

## Afstanden meten met wervelstromen

Testopstellingen voor het meten van mechanische grootheden zijn vaak complexe vlechtwerken van diverse mechatronische disciplines. Niet alleen komt er een stuk meet- en sensortechniek bij kijken, maar is ook de software en uiteraard de mechanische opbouw van essentieel belang. Hierbij zijn de meettechniek en de te gebruiken sensoren belangrijke onderdelen. Welke sensor moet immers gebruikt worden en hoe moet het uitgangssignaal verwerkt worden om tot een goede meting te komen? Voor het beantwoorden van deze vragen is de nodige kennis vereist – kennis die vaak opgedaan wordt uit ervaring. In dit verhaal wordt een aantal ervaringen met wervelstroomsensoren met u gedeeld.



Figuur 1. De testopstelling voor het testen van lasnaden.



Figuur 2. Een detail van de testopstelling uit figuur 1.



Figuur 3. De nog in aanbouw zijnde testopstelling voor glijlagers.



Figuur 4. De sensoren zijn geplaatst in de ruimte waar het smeermiddel in verwerkt zit.

Wervelstroomsensoren worden in diverse applicaties gebruikt. Veelal gaat het hierbij om aanwezigheidsdetectie, maar met een analoge sensor kunnen ook afstanden en daarmee ook verplaatsing en trillingen gemeten worden. Hierbij kan men rekenen op metingen in het nanometerbereik waardoor heel nauwkeurig gemeten kan worden. Daarbij hoeft de sensor zelf niet groter te zijn dan 2 mm doorsnede waardoor hij geschikt is voor zeer veel applicaties.

### Werking

Een wervelstroomsensor bestaat uit een spoel, die een onderdeel vormt van een trillingskring waarin een wisselstroom loopt. Hierdoor ontstaat er rond de spoel een magnetisch veld dat door de opbouw van de sensor keurig netjes naar buiten gericht is. Wanneer zich er binnen het veld van de spoel een geleidend object bevindt, zal er in dit object een wervelstroom gaan lopen. De energie die dit vraagt, is afkomstig uit de stroom door de spoel. Deze wordt groter waardoor het lijkt alsof de impedantie van de spoel is afgenomen. Deze impedantieverandering is afhankelijk van de afstand tot het geleidende object en levert uiteindelijk het uitgangssignaal van de sensor op.

Zoals gezegd, treedt de impedantieverandering alleen op bij geleidende objecten. Niet geleidende objecten worden dan ook niet gedetecteerd. Het magnetisch veld gaat hier ongehinderd doorheen, hetgeen wil zeggen dat een geleidend object dat omsloten is door een isolator gewoon met de sensoren gedetecteerd kan worden.

Door gebruik te maken van speciale spoelen en bijbehorende spoelkernen kan het sensorelement zeer klein gehouden worden. Hierbij kan men voor de spoel draad gebruiken dat geschikt is voor hogere temperaturen waardoor het mogelijk is om kleine sensoren te maken die geschikt zijn voor temperaturen van ruim 300 °C. Bedenk daarbij dat ze ongevoelig zijn voor stof en vuil en afhankelijk van de opbouw van de sensor ook nog eens bestand zijn tegen vocht, olie en een hoge druk. Dit maakt dat ze zeer geschikt zijn om toe te passen in een industriële omgeving.

Voorbeelden van wervelstroomsensoren zijn te vinden in de eddyNCDT-serie van Micro-Epsilon. Deze zijn geschikt voor metingen tussen 0,4...80 mm met een resolutie van 0,09 mm.

### Gecontroleerd lassen

Op de TU van Braunschweig heeft men een volautomatische testopstelling gemaakt die de haalbare lasnaadsterkte meet gedurende laswerkzaamheden. Hierbij simuleert de opstelling een belasting in twee richtingen op de lasnaad. Speciaal wordt daarbij gelet op beweging in de las omdat dit een maat is voor de las kwaliteit.

Figuur 1 toont de opstelling met wervelstroomsensor. Gekozen is voor dit meetprincipe vanwege het meetbereik. Ook de hoge temperatuur waar de sensor tegen kan, is voor deze applicatie van essentieel belang. Figuur 2 toont een detail van de opstelling. Hier is de sensor te zien die zich rechts van de twee te lassen proefplaatjes bevindt.

### Glijlagers

Aan het instituut voor tribologie (wrijvingskunde) en energieomzettingmachines van de TU Clausthal in Duitsland worden ook wervelstroomsensoren gebruikt. Op dit moment is men aan het bouwen aan een testopstelling waarmee glijlagers op diverse parameters getest worden. Gekeken wordt naar stromingsmechanismen en de rotordynamiek bij glijlagers die een hoge belasting bij een hoge snelheid ondergaan. Gekeken wordt daarvoor hoe groot de bewegingen zijn van het lagerhuis en de relatieve beweging van de draaiende as en het lager. Hierbij moet de as met een snelheid van 200 m/s gaan draaien, een snelheid die tot nu toe niet haalbaar was. Voorheen kon men slechts tot 120 m/s meten.

De testopstelling is voorzien van meerdere wervelstroomsensoren die met een meetsysteem met 22 kanalen uitgelezen worden. Toegepast worden sensoren met een meetbereik van slechts 0,5 mm. Deze zijn in de testopstelling geïntegreerd zoals te zien is op de foto in figuur 4. Door toepassing van dit type sensoren kan men met hoge nauwkeurigheid de minimale bewegingen van het lager registreren. Zelfs bij hoge snelheid waarbij de lagers getest worden.

### Zuigerbewegingen

Ook de automobiellindustrie gebruikt wervelstroomsensoren, bijvoorbeeld voor het testen van de secundaire bewegingen van een zuiger in een draaiende motor. In principe mag de zuiger uitsluitend op en neer gaan, maar gedurende de diverse slagen van de motor wordt de zuiger ook in andere richtingen bewogen, hetgeen de levensduur niet ten goede komt.

Om deze bewegingen te kunnen meten, zouden sensoren in de cilinderwand geplaatst moeten worden, maar dit levert veelal problemen op met de diverse kanalen voor de koelvloeistof. Om hiermee geen problemen te krijgen, kunnen de sensoren natuurlijk ook in de zuiger zelf verwerkt worden. De bedrading kan dan langs de kruk en de krukas naar buiten gevoerd worden.

Het spreekt voor zich dat de sensoren in de motor een behoorlijke belasting te verduren krijgen. Hoge temperaturen bij hoge drukken zijn heel normaal, parameters waar wervelstroomsensoren goed tegen bestand zijn. Daarbij kunnen ze probleemloos de gewenste metingen verrichten ook al beweegt de zuiger met grote snelheid op en neer.

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

Dipl.-Phys. Johann Salzberger, Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG