

# Klein aber fein

## Anwendung und Handhabung von Mikrosonden

Eine Vielfalt unterschiedlicher Sondentypen erlaubt Schichtdickenmessungen auch bei ungewöhnlichen Beschichtungen und Werkstücken. Auf dem Wirbelstromverfahren basierende oder magnetinduktive Mikrosonden eignen sich aufgrund der geringen seitlichen Ausdehnung ihres elektromagnetischen Feldes besonders für Prüfgegenstände mit komplizierten Geometrien.

Die freie Wahl der an ein Gerät anzuschließenden Sonde wird durch die eingebaute Mikroelektronik ermöglicht, in der die wichtigsten Merkmale der Sonde, ihre Kennlinie und ihre werkseitige Grundkalibrierung gespeichert werden. Dadurch können Sonden unterschiedlicher Baugröße und Empfindlichkeit am selben Gerät betrieben werden. Standard-Einpolsonden für ferromagnetischen (Fe) oder metallischen nichtmagnetischen (NFe) Untergrund sind in gerader und abgewinkelter Bauform erhältlich. Sie liefern bei unkomplizierter Werkstückgeometrie und Beschichtungen bis etwa 1 mm Dicke gute Ergebnisse. Zweipolsonden sind speziell für Beschichtungen auf Fe-Untergrund vorgesehen. Sie arbeiten nach dem magnetinduktiven Prinzip. Aufgrund ihres Feld-

verlaufs, der zwischen den Polen und über die Polenden hinaus sehr ausgedehnt ist, haben sie mit 12 mm den größten Meßbereich und werden daher z.B. zur Messung der Schichtdicke an zement- oder gummibeschichteten Stahlrohren eingesetzt.

Mikrosonden wie diejenigen von Karl Deutsch, Wuppertal, eignen sich aufgrund der geringen seitlichen Ausdehnung des von ihnen ausgehenden elektromagnetischen Feldes besonders gut für Messungen an Kleinteilen oder schwer zugänglichen Stellen, z.B. in Bohrungen und Vertiefungen. Bei Sonden mit größerer Feldausdehnung würden Werkstückränder oder seitliche Wandungen des Werkstücks das Feld stören und die Anzeige falscher Werte verursachen. Abhilfe schafft die Verwendung von Sonden mit geringer Feldausdehnung. Daher sind Mikrosonden auch für Messungen an stark gekrümmten Oberflächen geeignet.

Der Sensorteil ist bei Mikrosonden am Ende eines länglichen zylindrischen Schafts angebracht. Sein Durchmesser beträgt 4 mm. An den Schaft schließt sich ein zylindrisches Gehäuse von einem Zentimeter Durchmesser und vier Zentimeter Länge an. Er dient außer zur Aufnahme der Mikrosonde zur besseren Handhabung der Sonde. Mikrosonden sind inzwischen sowohl in Fe- als auch in NFe-Ausführung erhältlich. Häufiger Einsatzbereich ist die Stückprüfung von Kleinteilen mit galvanischen Beschichtungen.

### Richtige Handhabung

Häufig erweist sich die richtige Handhabung der Mikrosonden als problematisch. Herkömmliche Einpolsonden haben Federvorrichtungen und eine große Stirnfläche, wodurch das Kipp-

Aufsetzen der Sonde mit der richtigen Kraft erleichtert wird. In Mikrosonden ist jedoch nicht genügend Platz für derartige Aufsetzhilfen, daher besteht bei manueller Handhabung die Gefahr, auf den oft nur wenige Quadratmillimeter großen Meßflächen durch leichtes Verkippen der Sonde gegenüber der senkrechten Ausrichtung fehlerhafte Meßwerte zu erhalten. Dies trifft für NFe-Mikrosonden in stärkerem Maß zu als für Fe-Mikrosonden, da die erstgenannten nach dem Wirbelstromprinzip arbeiten und mit sehr viel höheren Frequenzen betrieben werden. Bereits Schräglagen von wenigen Winkelgraden können beträchtliche Meßfehler verursachen.

Präzisions-Positioniereinrichtungen, die mit einem pneumatisch gedämpften Drahtabheber betätigt werden, lösen dieses Problem (Bild 1). Mit ihnen können sowohl gerade ausgeführte Mikrosonden als auch solche, deren Meßkopf um 45 oder 90° abgewinkelt ist, punktgenau aufgesetzt werden. Die Aufsetzkraft für die jeweilige Beschichtung läßt sich einstellen und über alle nachfolgenden Messungen hinweg konstant halten. Auch bei komplexer Oberflächenbeschaffenheit kann dadurch eine Wiederholgenauigkeit erreicht werden, die sonst nur bei größeren Sonden möglich ist.

### Messung der Beschichtung von Tuben

Ein Anwendungsbeispiel für die Verwendung von Mikrosonden ist die Messung der Dicke von inneren Tubenbeschichtungen. Besonders in der Lebensmittel- und in der pharmazeutischen Industrie werden Tuben aus Weichmetall verwendet, die innen mit einer 5-10 µm dünnen Kunststoffschicht vergütet sind. De-



Bild 1. Präzisions-Positioniereinrichtungen ermöglichen genaues und praktisch kraftfreies Aufsetzen auf das zu messende Werkstück

ren Dicke muß im Herstellungsprozeß anhand von aufgeschnittenen Stichproben kontrolliert werden. Eine reproduzierbare Messung mit einer geforderten Auflösung von  $0,1\ \mu\text{m}$  ist schwierig, da

das Weichblech weder eine ebene noch eine gleichmäßig gekrümmte Oberfläche aufweist, sondern lokale Welligkeiten im Bereich einiger  $\mu\text{m}$  besitzt. Für die gewünschte Meßgenauigkeit reicht es

nicht aus, lediglich den Meßfleck durch Verwendung einer Mikrosonde klein zu halten. Die Meßstelle muß präpariert werden, indem sie z.B. mit einem Flachstempel durch hohen statischen Druck lokal geebnet wird, was eine spezielle Vorrichtung ermöglicht (Bild 2). Die Messung erfolgt, sobald das Tubenblech durch den Stempel gegen die Oberfläche gedrückt und in dieser Position gehalten wird.

Die Sonde ist über eine RS232-Schnittstelle mit einem PC verbunden. Alle aufgenommenen und im Datalogger zwischengespeicherten Daten können mit der zugehörigen Windows-Software abgerufen, bearbeitet und archiviert werden (Bild 2). Die Darstellung einer statischen Verteilung oder eines Oberflächenprofils ist damit ebenso möglich wie die Ermittlung der statischen Prozeßkenngrößen.

*Phillip Ettel, Andreas Kolze  
und Michael Platte, Wuppertal*

*Bild 2. Beim neu entwickelten Tubenmeßplatz wurde eine für das Wirbelstromverfahren ausgelegte und mit der entsprechenden Sonderkennlinie ausgestattete Mikrosonde direkt in einen Druckstempel integriert*

