



Schichtdickenmessung Zerstörungsfrei und Material unabhängig

Es gibt im Wesentlichen 3 Messverfahren, um zerstörungsfrei Schichtdickenmessungen beispielsweise vom Rahmenmaterial oder Karosserieblech oder Lackdickenmessungen auf Karosserien durchzuführen:

- *Das magnet-induktive Messverfahren für Messungen auf ferritischen Substraten wie Blech*
- *Das Wirbelstromverfahren für Messungen auf nicht - eisen Substraten wie z.B. Aluminium*
- *Ultraschall für substratunabhängige Messungen, bzw. Mehrschichtmessungen.*

Magnet-induktiv – Ferro-magnetische Metalle wie z.B. Stahlblech

Das magnet-induktive Verfahren beruht auf der Änderung eines niederfrequenten elektromagnetischen Feldes in der Sonde durch Annäherung an einen ferromagnetischen Grundwerkstoff. In der Mess-Sonde wird durch einen Erregerstrom ein elektromagnetisches Wechselfeld mit niedriger Frequenz erzeugt (typisch ca. 40 - 250 Hz), dessen Stärke vom Abstand zwischen Mess-Sonde und Grundmaterial abhängt. Mittels Mess-Spule wird das Magnetfeld erfasst.

(Die elektrische Induktivität einer Spule ändert sich, wenn ein Eisenkern in die Spule eingeführt wird, oder die Spule auf einen Gegenstand aus Eisen, z. B. einer Platte, aufgesetzt wird. Daher kann die elektrische Induktivität als Maß für die Schichtdicke verwendet werden, wenn die Spule auf ein beschichtetes, magnetisierbares Substrat (Basismaterial) aufgesetzt wird.

Magnetische Induktionssonden zur Dickenmessung von Beschichtungen auf magnetisierbares Material bestehen in den meisten Fällen aus zwei Spulen, die erste (Primärspule) zum Erzeugen eines niederfrequenten magnetischen Wechselfeldes und der zweiten (Sekundär-Spule), um die resultierende induzierte Spannung "U" zu messen.



Wird die Sonde auf ein beschichtetes magnetisierbares Material aufgesetzt, variiert in Abhängigkeit der Schicht dicke, die magnetischen Flussdichte und damit die induzierte Spannung in der Sekundärspule. Die Funktion zwischen der induzierten Spannung und der Schichtdicke ist nichtlinear und hängt von der Permeabilität des Grundwerkstoffes ab.)

Wirbelstrom – Nichteisenmetalle wie z.B. Aluminium

In der Mess-Sonde wird ein elektromagnetisches Wechselfeld mit hoher Frequenz (typisch ca. 0,1 - 20 MHz) erzeugt und in das elektrisch leitende Substrat induziert. Die dabei im Substrat entstehenden Wirbelströme hemmen das Wechselfeld in Abhängigkeit von der Entfernung zur Sonde.

Wird eine Kupferspule, üblicherweise aufgebracht auf einen Kern mit vernachlässigbarer elektrischer Leitfähigkeit (Ferrit oder Edelstein) und geringem magnetischen Widerstand, von einem hochfrequenten Strom durchflossen und nähert man sich mit dieser einem elektrisch guten Leiter wie z.B. einem Nichteisenmetall werden in diesem nach dem Induktionsgesetz Wirbelströme erzeugt. Damit dient die Impedanz Änderung, die vom Abstand der Sonde vom Grundmaterial abhängt, als Messgröße für die Schichtdicke.

Ultraschall – alle Materialien und Untergründe

Bei den beiden elektromagnetischen Messverfahren gibt es jedoch 2 Nachteile - zum einen lässt sich lediglich die Gesamtschichtdicke messen und keine einzelnen Schichten und zum anderen benötigt man ein metallisches Substrat.

Bei dem Ultraschallverfahren ist man in beiden Fällen unabhängig! Es lassen sich auch Schichtdicken auf verschieden en Substraten wie Metallen, Kunststoffen, Holz oder aber auch GFK bzw . CFK messen! Darüber hinaus lässt sich nicht nur die Gesamtdicke, sondern auch die einzelnen Schichtdicken messen, in nur einem Messvorgang - was einen enormen Vorteil gegenüber den elektromagnetischen Verfahren darstellt!

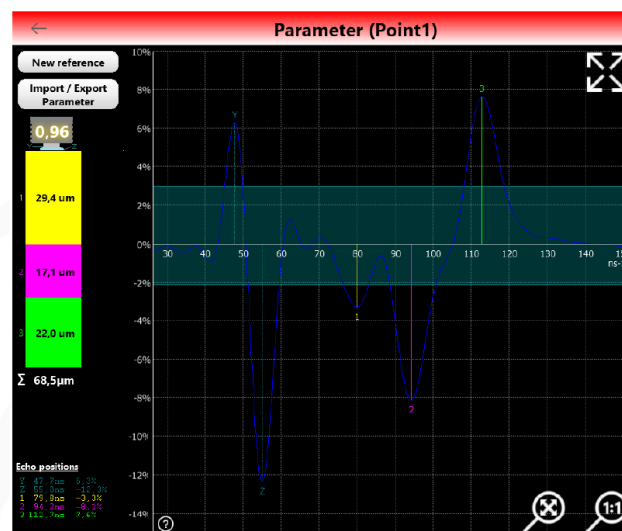
Bei der Ultraschallschichtdickenmessung handelt es sich um eine Laufzeit-Messungen. In dem Sensor wird ein Ultraschallimpuls generiert und in das Schichtsystem eingeleitet. An den jeweiligen Grenzschichten und an dem Substrat werden Teile dieses Ultraschallimpulses zurück reflektiert und die dafür benötigte Zeit wird gemessen. Anhand der Gemessenen Zeit und der Schallgeschwindigkeit berechnet der Sensor die daraus resultierende Schichtdicke. Daher spielt das Substrat auch eine untergeordnete Rolle.



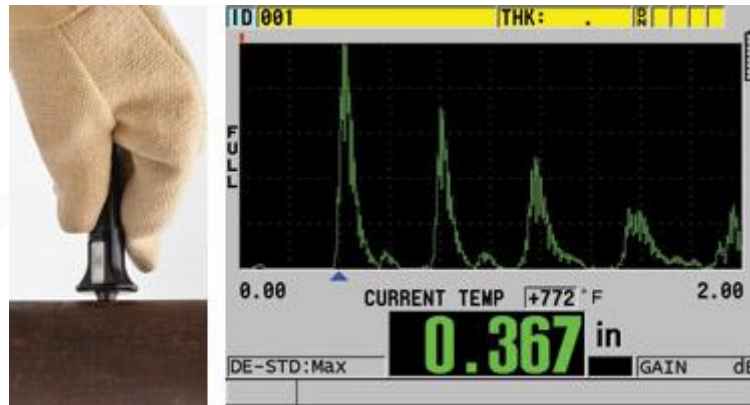
Materialstärkenmessung mittels Ultraschall-Impuls-Laufzeit-Verfahren

Die Arbeitsweise zum Messen von Material- und Lackstärken basiert auf der Reflexion von Ultraschallwellen an den einzelnen Grenzflächen eines Schichtsystems. Zur Messung wird das Messobjekt am Messpunkt mit einem Koppelmittel versehen; anschließend wird der Sensor am Messpunkt aufgesetzt. Der im Sensorkopf befindliche Hochfrequenz-Ultraschallgeber erzeugt nun einen Ultraschallimpuls mit hoher Bandbreite. Der Impuls durchläuft ausgehend vom Messkopf die Koppelmittel-Schicht und dringt dann in das Schichtsystem ein. An jeder Grenzfläche zwischen zwei Schichten und an der Grenzfläche zum Substrat wird jeweils ein Teil des Impulses reflektiert. Diese reflektierten Teilimpulse, Echos genannt, kehren zum Messkopf zurück. Aus den Zeitdifferenzen der Echos werden unter Einbeziehung der jeweiligen Schallgeschwindigkeiten die Schichtdicken errechnet und zusammen mit dem zeitlichen Verlauf des Echosignals, auch A-Bild genannt, angezeigt.

Das reflektierte Ultraschall-Signal wird als vertikale Auslenkung auf dem Bildschirm dargestellt. Die horizontale Position entspricht der Echo-Laufzeit, d.h. der Eindringtiefe, und die Amplitude der Echointensität. Gleichzeitig mit dem Aussenden der akustischen Impulse vom Wandler wird auf dem Bildschirm eine Zeitlinie gestartet. An ihrem Beginn erscheint der Sendepuls. In der Sendephase zwischen den Anregungsimpulsen werden die rückgestreuten Echos empfangen. Nach Verstärkung werden sie über der Zeitlinie als Signale wiedergegeben.



Lackschichtdickenmessung mit einem Quintd Sonic T (mehrere Schichten sind messbar)



Beispielmessung eines Olympus 38 DL Plus

1.1 Wie funktioniert das Ultraschall-Impuls-Laufzeit-Verfahren?

Das wohl bekannteste Laufzeitmessverfahren ist die Radar Technik. Das generelle Prinzip funktioniert wie folgt: Ein Signal wird durch einen Emitter ausgesendet, trifft auf ein Objekt, welches das Signal reflektiert und zurück in Richtung des Emitters sendet. Dieser kann ebenfalls als Transceiver agieren oder es wird ein Transceiver neben den Emitter verbaut. Die Zeit, die das ausgesendete Signal benötigt, um von Emitter zu einem Objekt und zurück zum Transceiver zu gelangen wird mittels einer hochpräzisen Stoppuhr gemessen.

Es ist wichtig, dass die Geschwindigkeit des Signals bekannt ist. So arbeiten Radar basierte Systeme beispielsweise mit elektromagnetischen Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit verbreiten.

Ist die Geschwindigkeit bekannt kann anhand der Formel $2s = c * t$, mit Strecke s , Geschwindigkeit c und Laufzeit t die Strecke s zum Objekt berechnet werden.

Im Falle des Ultraschall-Impuls-Laufzeitverfahrens werden Schallwellen verwendet. Je nachdem welches Material gemessen werden soll, muss die Schallgeschwindigkeit der Messung angepasst werden, da es sonst zu Messfehlern kommt. Für die Messung von Materialstärken oder Schichtaufbauten reflektieren einzelne Wellen auch an den jeweiligen Grenzschichten, wodurch die Distanz zu diesen Grenzschichten ermittelt werden kann.



Ultraschall-Schichtdickensensor:

Dieser fungiert zugleich als Sender und als Empfänger, indem er einen Ultraschallimpuls mit Hilfe eines Koppelmittels in das Schichtsystem sendet und die an den Grenzflächen der einzelnen Schichten reflektierten Signale empfängt.

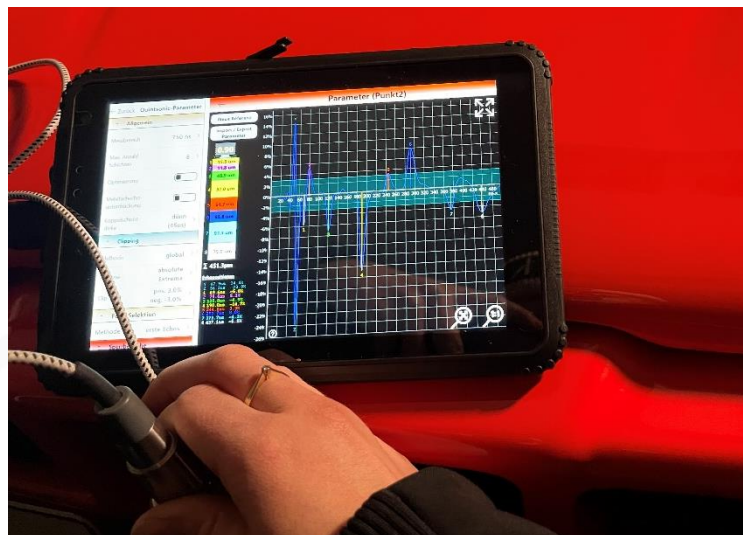
Die Laufzeiten dieser Ultraschallimpulse werden ausgewertet und mit einer Auflösung von 0,1 μm in die entsprechenden Schichtdicken umgerechnet.

Messgerät und einem angeschlossenen intelligenten Ultraschall-Schichtdickensensor.

Dieser fungiert zugleich als Sender und als Empfänger, indem er einen Ultraschallimpuls mit Hilfe eines Koppelmittels in das Schichtsystem sendet und die an den Grenzflächen der einzelnen Schichten reflektierten Signale empfängt. Die Laufzeiten dieser Ultraschallimpulse werden ausgewertet und mit einer Auflösung von 0,1 μm in die entsprechenden Schichtdicken umgerechnet.

1.2 Wanddicken- und Lackschichtdickenmessung auf Stahl, Aluminium, GFK und CFK

Das Messverfahren ist geeignet für Farbe, Lacke und Kunststoffschichten auf Kunststoff, Metall, Holz, Keramik und Glas.



Auf dem Lichtbild ist eine Messung an einem BMW M, mittels Quint Sonic T zu sehen, der bekannterweise eine GFK Karosserie trägt. Auf dem Messbildschirm ist der Amplitudenverlauf der Messung zu sehen, wodurch die einzelnen Schichten sichtbar werden.

Hierdurch konnte unter anderem die Lackschichtdicke ermittelt werden.