

Pfusch am Lack aufspüren

Eine Schichtdickenmessung entlarvt ausgebesserte Lackstellen am Fahrzeug. Die meisten Geräte nutzen ein magnetinduktives Verfahren oder eines mit Wirbelstrom aus.

Michael Vogel

Beim Kauf eines Gebrauchtwagens kann der Laie die Angaben des Verkäufers nur eingeschränkt überprüfen oder sich kostenpflichtig an einen Gutachter wenden. Diskussionen entbrennen häufig um Lackschäden, die nur mit Spraydose oder Spritzpistole kaschiert wurden: Die nicht fachmännische Reparatur könnte einen gravierenden Unfallschaden verbergen. Klarheit verspricht die Messung der Dicke des Fahrzeuglacks. Korrekt ausgeführte Schichtdickenmessungen zeigen, ob sich hinter dem vermeintlichen Lackschaden mehr verbirgt.

In Relation zur gesamten Fläche sind nur punktuelle Stichproben möglich. Daher ist es wichtig, neben der verdächtigen Stelle auch viele repräsentative Flächen des Fahrzeugs zu prüfen. Doch auch bei Neuwagen mit ordnungsgemäß aufgetragenem Lack variiert die Dicke erheblich. Zudem gibt es Unterschiede zwischen den Fahrzeugmarken und selbst bei einer Marke zwischen den Modelllinien. Die Lackdicke auf dem Fahrzeugdach variiert zwischen 50 und 250 μm und liegt meist zwischen 80 und 150 μm . Ältere Fahrzeuge weisen aufgrund von Witterungseinflüssen

dünnere Lackschichten auf.

Bei Oldtimern, deren Lack noch von Hand oder nur teilautomatisiert aufgetragen wurde, finden sich bis zu 400 μm dicke Lackschichten. Trotz korrekter Messung gibt es also noch Spielraum: Nur bekannte Rahmenbedingungen ergeben verlässliche Resultate.

Die meisten Fahrzeuglacke



alle Bilder: Helmut Fischer GmbH

Mit einem mobilen Gerät lässt sich die Schichtdicke des Lacks schnell bestimmen. Schlussfolgerungen auf die Fahrzeugqualität sind aber nur mit dem nötigen Fachwissen möglich.

sind weder leitend noch ferromagnetisch; Stahl- oder Aluminiumbleche bilden das Basismaterial, auf welches der Lack aufgetragen wird. Beide sind elektrisch leitfähig. Stahlbleche sind überdies ferromagnetisch und eignen sich daher für eine magnetinduktive Methode. Im Kopf der Messsonde befindet sich dazu ein Weicheisenkern, den eine Spule umschließt (**Abb. 1a**). Fließt in ihr ein Erregerstrom mit einer Wechselstromfrequenz im zwei- bis dreistelligen Hertz-Bereich, entsteht ein niederfrequentes Magnetfeld. Seine Feldstärke hängt aufgrund der Permeabilität des Stahlblechs vom Abstand zwischen Sondenkopf und Blech ab. Berührt der Sondenkopf das lackierte Blech, entspricht der Abstand gerade der Dicke der Lackschicht. In einer zweiten Spule, die ebenfalls den Weicheisenkern umgibt, ruft das induzierte Magnetfeld ein Spannungssignal hervor. Jede Kombination aus Werkstoff und Sondenkopf führt zu einer charakteristischen Kennlinie, mit der die Lackdicke unmittelbar aus der Spannung folgt. Die Form der Kennlinie erinnert an ein „auf-

steigendes S“: je geringer die Spannung, desto dicker die Schicht. Das magnetinduktive Verfahren arbeitet für Schichtdicken von Mikrometern bis zu einigen zehn Millimetern zuverlässig. Bei Stahl als Trägermaterial ergibt sich bei passender Kalibrierung für Schichtdicken bis zu 75 μm eine Messgenauigkeit von $\pm 1,5 \mu\text{m}$.

Für Aluminiumbleche eignet sich dieses Verfahren nicht, weil Aluminium nicht ferromagnetisch ist. Hier erfolgt die Schichtdickenmessung mittels Wirbelstrom. Das Verfahren benötigt einen Ferritkern im Sondenkopf, den eine Spule umgibt (**Abb. 1b**). Fließt durch sie ein Erregerstrom mit einer Frequenz in der Größenordnung von Kilo- bis Megahertz, entsteht ein hochfrequentes Magnetfeld. Dieses induziert im Aluminiumblech Wirbelströme, deren Stromdichte vom Abstand zwischen Sondenkopf und Blech abhängt. Die Rückkopplung des Wirbelstromfelds verändert die Impedanz des Sondenkopfs, was die Amplitude der Spannung an der Erreger-spule verändert. Diese amplitudensensitive Methode eignet sich



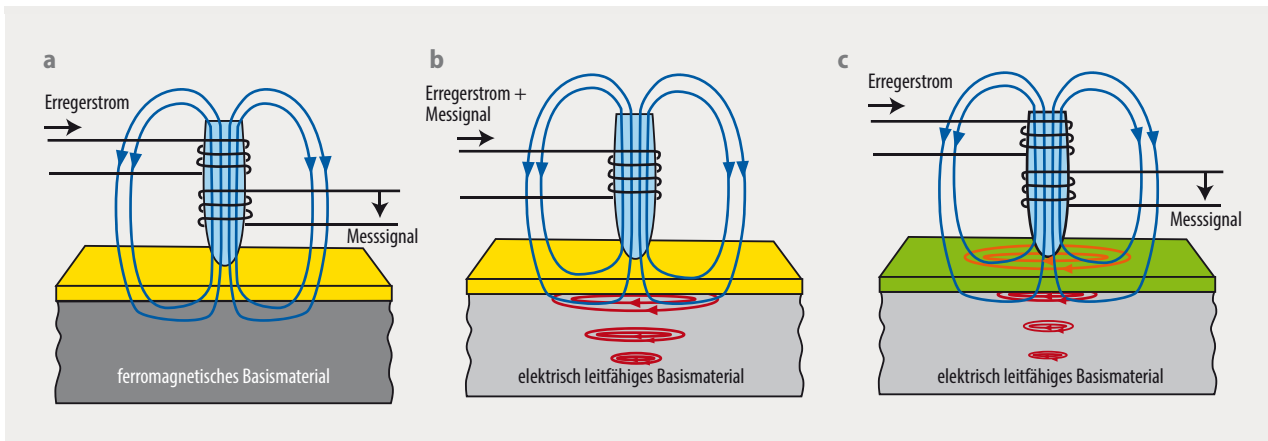


Abb. 1 Der Erregerstrom erzeugt bei allen Verfahren ein magnetisches Wechselfeld (dunkelblau) im Sondenkernel (hellblau). Beim magnetinduktiven Verfahren (a) muss sich die Lackschicht (gelb), die weder leitend noch ferromagnetisch ist, auf einem ferromagnetischen Material befinden. Dann ergibt sich die Schichtdicke aus dem Messsignal. Das amplitudensensitive Wirbelstromverfahren (b) nutzt aus, dass die induzierten Wirbelströme (rot) in einem nicht-ferromagnetischen, aber elektrisch leitfähigen lackierten Material das Messsignal beeinflussen. Handelt es sich um eine leitende Metallic-Lackierung (c, grün), verändern auch die Wirbelströme im Lack (orange) das Messsignal.

für Lackdicken bis zu 2,5 mm. Die Messunsicherheit beträgt bei 50 μm Dicke zwei Prozent. Bei einer Metallic-Lackierung ist auch die Lackschicht elektrisch leitfähig, sodass die Kennlinien beim magnetinduktiven Verfahren anzupassen sind. Beim Wirbelstromverfahren entstehen im Basismaterial und im Lack Wirbelströme (**Abb. 1c**). Dadurch kommt es zwischen Erregerstrom und Messspannung zu einer Phasenverschiebung, die von der Dicke der Lackschicht abhängt.

Bei allen Verfahren müssen die induzierten Magnetfelder über eine Fläche und Materialdicke in das Basismaterial eindringen, die groß sind im Vergleich zur Geometrie des Feldes. Andernfalls ist das Ergebnis verfälscht. Dann streuen die Messwerte stärker, und die Schichtdicke

fällt zu groß aus. Das Wirbelstromverfahren ist dafür anfälliger als das magnetinduktive Verfahren. Beim Begutachten eines Fahrzeugs reichen die Flächen aber in der Regel aus. Hier beeinflussen eher stark gekrümmte Flächen das Ergebnis: Für konkave Flächen ergeben sich zu geringe, für konvexe zu große Lackdicken.

Zukünftige Herausforderungen

Die Schichtdickenmessung von Fahrzeuglacken ist ein etabliertes Verfahren, für das sogar ISO-Normen existieren. In vielen mobilen Geräten sind alle beschriebenen Methoden gleichzeitig realisiert, sodass es nicht nötig ist, sich über das Messverfahren Gedanken zu machen. Allerdings könnte künftig der Einsatz faserverstärkter Kunststoffe neue Mess-

verfahren erforderlich machen: Bei den Leichtbau-Karosserien ist das lackierte Basismaterial weder ferromagnetisch noch elektrisch leitfähig. Zudem dürften funktionale Lacke zu weiteren messtechnischen Herausforderungen führen. Ein Beispiel wäre ein Polizeiauto, welches die Leuchtschrift „Bitte folgen“ nicht mehr auf einem separaten Display anzeigt, sondern bei dem diese unmittelbar in den Lack integriert ist. Was solche Zukunftsvisionen für die Lackdickenmessung bedeuten, ist heute noch nicht abzusehen.^{#)}

^{#)} Ich danke Bernd Binder und Bernd Holbein von der Helmut Fischer GmbH, Sindelfingen, für hilfreiche Erläuterungen.

Das Physikportal

pro-physik.de

Registrieren Sie sich jetzt **kostenfrei** für das

ZURICH INSTRUMENTS Webinar

Optimize the signal acquisition for optical measurements

Dienstag, 26. Mai 2020, 11:00 Uhr

bit.ly/ZI_Webinar

WILEY-VCH