

NEUES MESSGERÄT

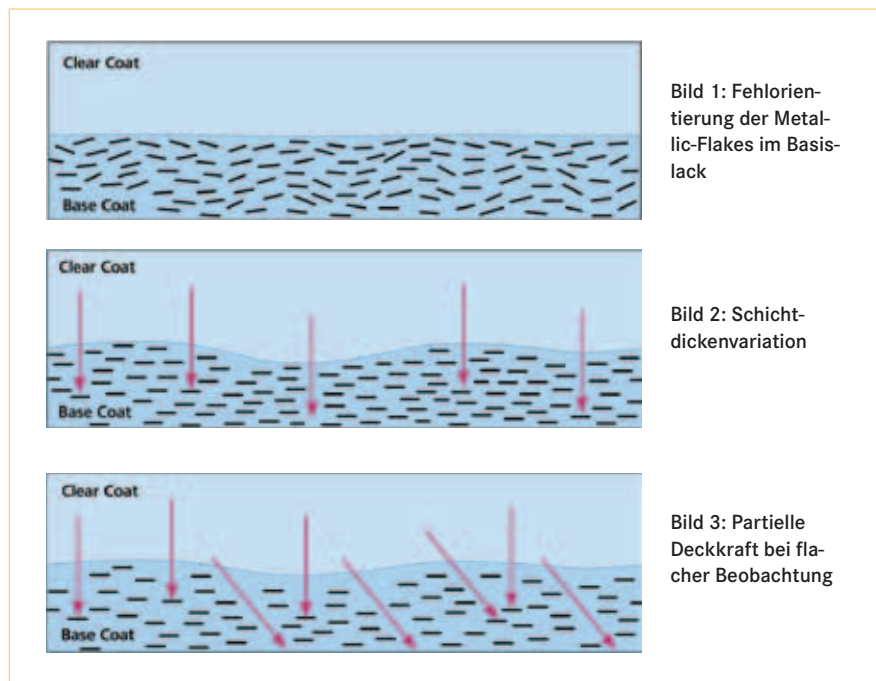
Wolkigkeit objektiv in der Produktion kontrollieren

Auf der lackierten Fahrzeugoberfläche macht sich Wolkigkeit in Form von Helligkeits- oder Farbänderungen unangenehm bemerkbar. Wolkigkeit, im Englischen „Mottling“ genannt, wurde von den Autoherstellern jahrelang visuell beurteilt. Mit einem neuartigen Messgerät können nun die Helligkeitsvariationen großer Flächen einfach und schnell aufgezeichnet werden.

Heutige Automobillacke unterliegen sehr hohen Qualitätsanforderungen hinsichtlich Farbe und Erscheinungsbild. Der erste Eindruck hinterlässt oft ein bleibendes Güteurteil, das über Design und Lackanmutung hinausgeht. Deshalb muss das Lackfinish von Karosserie und Anbauteilen perfekt zusammenpassen, sowohl hinsichtlich Farbton und Effekt als auch in Bezug auf das Erscheinungsbild (Appearance). Deren Gleichförmigkeit oder Harmonie ist nach wie vor ein wesentliches Kriterium für die wahrgenommene Qualität.

Wolkigkeit macht sich in Form von Helligkeits- oder Farbänderungen unangenehm bemerkbar. Besonders prägnant sticht das Phänomen bei hellen Metallic-Tönen ins Auge. Wolkigkeit wurde bisher meist visuell beurteilt. Solche Effekte lassen sich jedoch nur dann kontrollieren und verbessern, wenn sie objektiv messbar sind.

Bei Autoherstellern und Lackzulieferern wurden Versuchsreihen zur Wahrnehmung von Wolkigkeit durchgeführt, um zu ermitteln, welche Wolken von Fachleuten und Laien als störend empfunden werden oder gar als Lackdefekt eingestuft werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen flossen in die Entwicklung eines neuen Messgeräts ein, mit dem die Helligkeitsvariationen großer Flächen einfach und schnell aufgezeichnet werden können.



Außerdem berücksichtigt es, wie ausgeprägt wir einen Mottlingdefekt erkennen, was auch stark von der Helligkeit und Feinheit des jeweiligen Effekttons abhängt. Studien an Metallics mit unterschiedlichen Pigmentgrößen der Aluminiumflakes wurden bei verschiedenen Farbtonen und Tricoatsystemen durchgeführt.

Die Ursachen der Wolkigkeit

Interne Automobilspezifikationen für die Lackierung von Karosserie und

Anbauteilen beschreiben Qualitätsanforderungen bei Phänomenen wie Wolkigkeit in Begriffen von Appearance-Attributen und Oberflächenfehlern. Wolkigkeit ist eine unerwünschte Störung von Effektlacken. Im Gesamtfarbeindruck werden unregelmäßige Bereiche variierender Helligkeit wahrgenommen, die oft als fleckiges, uneinheitliches Erscheinungsbild beschrieben werden. Da diese Hell-Dunkel-Flecken recht groß sind, werden sie mitunter auch als Wolken

bezeichnet. Besonders auffällig sind solche Lackierfehler an großflächigen Fahrzeugteilen.

Um die visuelle Inspektion zu erleichtern, haben einige Autohersteller Referenztafeln mit unterschiedlichen Wolkigkeitsstufen als Vergleichsmaß erstellt. Allerdings sind die Lichtverhältnisse im Produktionsbereich häufig nicht ideal, um Wolken zu erkennen. Dabei hängt die Wahrnehmung nicht allein von der Beleuchtung ab, sondern auch von der Betrachtungsrichtung und -entfernung. Speziell bei hellen Effektlacken kann Wolkigkeit je nach Beobachtungswinkel unterschiedlich ausgeprägt erscheinen.

Wolkigkeit kann sowohl von der Lackformulierung als auch von Schwankungen im Lackierprozess herrühren. Ursache ist häufig eine ungleichmäßige Ausrichtung der Metallic-Pigmente im Lackfilm (siehe Bild 1) infolge instabiler Formulierung (zum Beispiel Rheologieadditive) oder variierender Applikationsparameter (zum Beispiel nasse oder trockene Bereiche). Oft führen auch wechselnde Schichtdicken des Basislacks (siehe Bild 2 und 3) zu einem ungleichmäßigen Erscheinungsbild mit Flecken unterschiedlicher Größe.

Da die visuelle Inspektion von vielen Parametern abhängt, besteht ein hohes Interesse, Wolkigkeit durch objektive Messtechnik zu bewerten. In einigen Firmen wird in Forschung und Entwicklung mit Mehrwinkel-Spektralphotometern gearbeitet, um die Helligkeitsvariationen der Oberfläche Punkt für Punkt abzuscannen (Fingerprintanalyse). Diese Methode ist allerdings sehr zeitintensiv und kann nur an flachen Proben im Labormaßstab durchgeführt werden.



Bild 4: Wolkigkeit wird – je nach Entfernung zur Oberfläche – unterschiedlich wahrgenommen

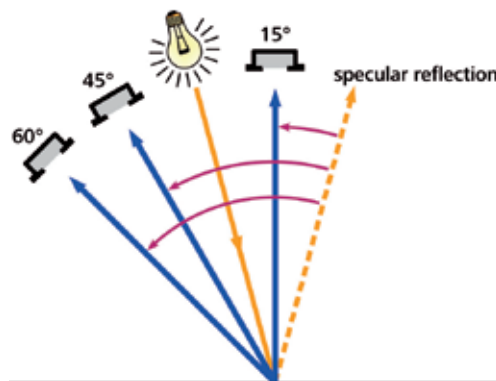


Bild 5: Optisches Prinzip des neuen Messgeräts



Bild 6: Das neue Messgerät, mit dem sich die Wolkigkeit objektiv kontrollieren lässt



Bild 7: Das Messgerät wird auf der Probe über eine definierte Strecke bewegt und die Helligkeitsvariation Punkt für Punkt gemessen

Die Wahrnehmung von Wolkigkeit ist sehr subjektiv und hängt unter anderem auch vom Betrachtungsabstand ab. Große Flecken sind in größerem Abstand deutlicher, während kleine Flecken besser von Nahem zu sehen sind (siehe Bild 4).

Objektive Messung von Wolkigkeit

Um Wolkigkeit objektiv zu bewerten, ist es erforderlich, die Helligkeitsvariationen über einen großen Probenbereich und unter verschiedenen Detektionswinkeln zu ermitteln (siehe Bild 5 und 6). Mit dem neuen Messgerät von Byk-Gardner, dem „Cloud-runner“, wird die Oberfläche optisch abgetastet und das Helligkeitsmuster gemessen. Die Probe wird mit einer Weißlicht-LED unter 15° zur Senkrechten beleuchtet. Um den Einfluss des Betrachtungswinkels zu berücksichtigen, sind drei Detektoren bei 15°, 45° und 60°, bezogen auf den Glanzwinkel, angeordnet.

Das Messgerät wird auf der Probe über eine definierte Strecke bewegt und die Helligkeitsvariation Punkt für Punkt gemessen. Die Scanlänge kann variabel von 10 bis 100 cm eingestellt werden (siehe Bild 7).

Das Messsignal wird durch mathematische Filterfunktionen in sechs verschiedene Größenbereiche aufgeteilt und je ein Messwert für jede Wolkengröße und jeden Winkel berechnet. Diese Messwerte bilden ein relatives, dimensionsloses Maß für die Sichtbarkeit – je höher sie sind, umso deutlicher ist der Effekt erkennbar. Die Messwerte werden in einem sogenannten Wolkenspektrum dargestellt, wobei die Wolkengröße auf der waage-

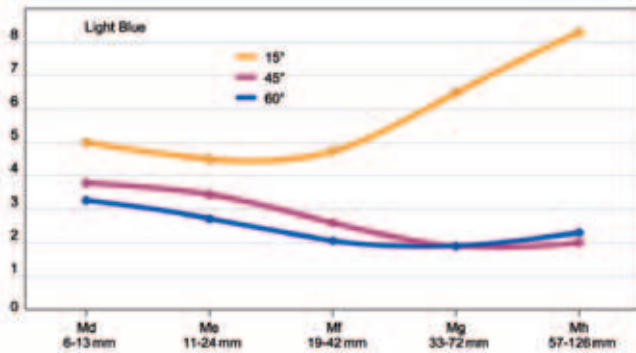


Bild 8: Wolkenpektrum bei drei verschiedenen Winkeln

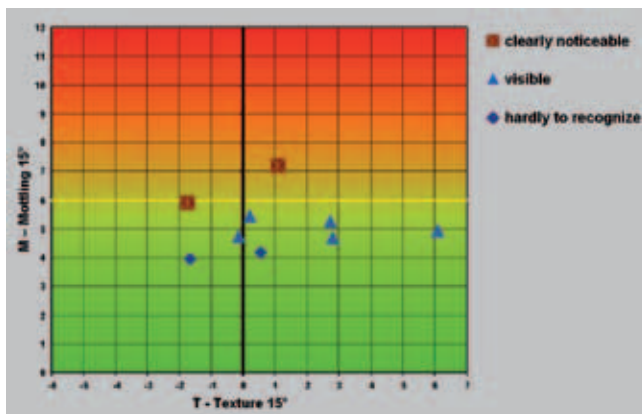


Bild 9: Darstellung der Messergebnisse in einer Wolkengrafik (Mottle-Chart)

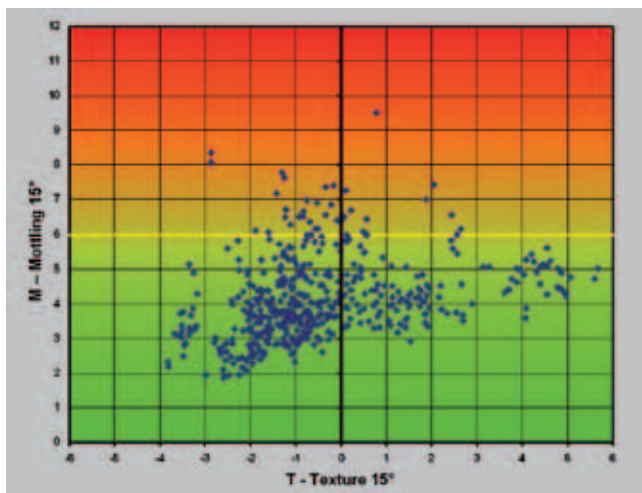


Bild 10: Mottle-Chart von 100 Fahrzeugen

eine minimale Probengröße von circa 30 x 50 cm, sowohl für die visuelle Beurteilung als auch die Messung, empfehlenswert. Diese Erfahrung wurde in mehreren Feldstudien von Automobilherstellern mit diversen Farbtönen und Effektlacken bestätigt. Die kleineren Wolkengrößen werden meist nicht vom Lackierprozess beeinflusst und sind charakteristisch für das Lackmaterial. Sie hängen insbesondere von der Größenverteilung der Metallic-beziehungsweise Effektpigmente ab. Daher lassen sich die kleineren Wolken besser mit dem Begriff Textur beschreiben. Eine erhöhte Textur überlagert die großen Wolken und dämpft deren Sichtbarkeit. Wolkigkeit ist bei einem feinen Silbermetallicton deutlicher zu erkennen als bei einem grob texturierten Silbermetallic.

Um kundenrelevante Grenzwerte für Wolkigkeit zu ermitteln, wurden Korrelationsstudien zur visuellen Beurteilung durchgeführt. Als Resultat wurde ein Wolkenindex entwickelt, der die großen Wolkenanteile in einem Wert zusammenfasst:

$$M = LM * (1 - f * T) \text{ mit}$$

$$LM = (0.5M_f + \max(M_g, M_h)) / 1.5$$

Die kleinen Wolkenanteile wurden ebenfalls zusammengefasst, in einem Wert für die Textur:

$$T = (M_d + 0.5M_e) / 1.5 - 6$$

Der Einfluss der Textur auf die visuelle Wahrnehmung wird durch den Gewichtungsfaktor f im Wolkenindex berücksichtigt und ermöglicht so den Vergleich von Farbtönen mit unterschiedlicher Textur. Da dieser Einfluss mit flacherem Betrachtungswinkel abnimmt, verkleinert sich der Gewichtungsfaktor entsprechend:

$$f(15^\circ) = 0.05$$

$$f(45^\circ) = 0.04$$

$$f(60^\circ) = 0.03$$

Wolkenindex M und Textur T ermöglichen die einfache Darstellung der Messergebnisse in einer Wolkengrafik (siehe Bild 9), die sowohl für die Lackentwick-

rechten Achse aufgetragen ist (siehe Bild 8).

Bei diesem Beispiel, einem hellblauen Metalllack, ist der Einfluss des Betrachtungswinkels deutlich ausgeprägt. Visuell sind in der Frontalansicht (15°), wo die Probe auch heller erscheint, mittlere bis große Flecken sichtbar. Wird die Probe hingegen unter

flachen Winkeln betrachtet, sind diese Flecken nicht mehr erkennbar.

Korrelation zur visuellen Wahrnehmung

Typischerweise werden Hell-Dunkel-Flecken mit einer durchschnittlichen Größe von 5 bis 10 cm von Experten und Laien als Wolken erkannt. Deshalb ist

lung als auch für die Prozesskontrolle vieler Farbtöne verwendet werden kann. Auch lassen sich zur Qualitätskontrolle Rot-Gelb-Grün-Grenzen für den Wolkenindex definieren.

Applikationsbeispiele

Wolkigkeit kann, wie dargestellt, durch Veränderungen im Prozess oder der Lackformulierung verursacht werden. Daher ist es erforderlich, die Qualität sowohl bei der Freigabe von neuen Farbtönen und Lackchargen zu beurteilen als auch an den Karossen in der Lackierlinie.

Bild 10 zeigt die Messdaten von 100 Fahrzeugen mit unterschiedlicher Farbe und Textur.

Es wurde ein spezifischer Grenzwert für den Wolkenindex M15° gesetzt. Dadurch erhält der Anwender schnell eine Übersicht über die Prozessstabilität. Im nächsten Schritt können die Daten in Bezug auf Farbton und Lackierlinie weiter analysiert werden.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz des neuen Messgeräts: Ein typisches Problem im Lackierprozess ist das Auftreten sogenannter Streifen – also ein Muster heller und dunkler Streifen entsprechend des Applikationsablaufs (siehe Bild 11).

Die Messergebnisse in Bild 12 zeigen solch ein Beispiel bei einem Silbermetalllicton. Die Kurven der Motorhaube sind in Mh deutlich erhöht, während die Messung an der Tür keine erkennbare Störung zeigt. Um eine eventuelle Streifenbildung detektieren zu können, muss die gemessene Oberfläche genügend groß sein. Daher sollte die Scanlänge bei mindestens 45 cm liegen, außerdem müssen die Messungen quer zur Applikationsrichtung erfolgen. Dabei ist es empfehlenswert, etwa zehn



Bild 11: Ein typisches Problem im Lackierprozess ist das Auftreten sogenannter Streifen

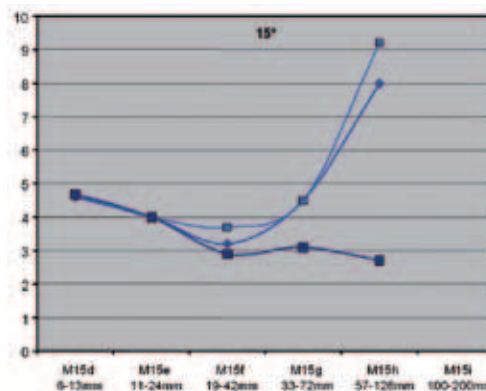
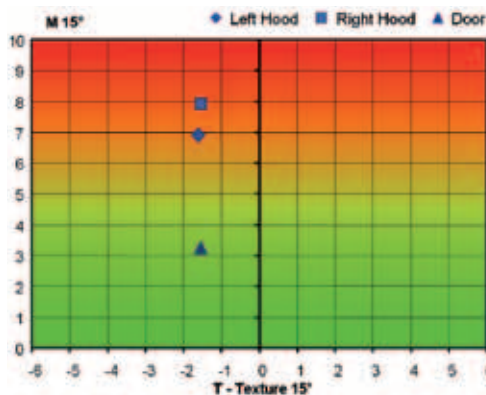


Bild 12: Mottle-Spektrum (oben) und Mottle-Chart (unten) eines Silbermetallliclacks mit und ohne Streifen



Scans im Abstand von circa 1 bis 2 cm durchzuführen.

Fazit

Um zu gewährleisten, dass Farbe und Erscheinungsbild als gleichmäßig und ohne Makel empfunden werden, sind objektive Messgeräte erforderlich. Die visuelle Inspektion der Oberflächenqua-

lität ist stark von den Abmustersbedingungen abhängig, die im Produktionsbereich oft nicht optimal sind. Das beschriebene neue portable Handmessgerät ermöglicht die objektive Kontrolle des kritischen Lackdefekts Wolkigkeit.

Literatur

Alman, D.H., "Directional Color Measurement of Metallic Flake Finishes", *Proceedings of the ISCC Williamsburg Conference on Appearance*, 53 (1987).
 Baba, G., Kondo, A., and Mori, E., "Goniometric Colorimetry", *Proceedings of the 6th Congress of the AIC*, Vol. II, 213, Buenos Aires (1989).
 Eierhoff, D., Wigger, D., "On Cloud Nine - A Potential Evaluation Tool for Local Fluctuations of the Viewing Angle Dependent Brightness of Automotive Effect Coatings", *Proceedings of the 7th COSI 2011 Coatings Science International Conference*, Noordwijk (2011).
 Kigle-Böckler, G., "New and Innovative Testing Technologies for Effect Finishes", *Proceedings of the 11th AIC Color Congress*, Sydney (2009).
 Kirchner, E.J.J., van den Kieboom, G.J., Njo, S.L., Super, R., Gottenbos, R., "The Appearance of Metallic and Pearlescent Materials", *COLOR research and applications*, 2006 Wiley Periodicals, Inc..

Die Autorin:
 Gabriele Kigle-Böckler, Global Business Manager, Byk-Gardner GmbH, Geretsried, (((Bitte hier Telefonnummer und/oder E-mail-Adresse angeben !!!!!!!!!!!!!)))
 www.byk.com

Autorenfoto