

Messung dünner Beschichtungen auf Papier und Folie

Mit Weißlicht- und Infrarot-Verfahren löst Mahlo komplexe Herausforderungen

Selbstklebende Notizblätter, dunkle Sonnenschutzfolien oder wasserabweisende Heftpflaster - beschichtete Folien- und Papierprodukte kommen in den verschiedensten Formen daher. Je nach Komplexität der Produkte sind mehrere verschiedene Beschichtungsaufträge nötig, damit sie ihre volle Funktion ausschöpfen können. Das gelingt allerdings nur, wenn alle Schichten die exakt geforderte Auftragsmenge aufweisen. Schon geringe Abweichungen von den festgelegten Toleranzwerten bei der Produktion führen zur Fehlfunktion und somit zu erheblichen Verlusten aufgrund von Ausschussware.

Beschichter greifen daher in vielen Fällen auf Messung des Flächengewichts an laufender Warenbahn zurück, um die Beschichtungsmenge zu bestimmen. Aber gerade bei sehr dünnen Schichten stellt die on-line Messung eine große Herausforderung dar, da sie äußerst genau sein muss.

Durchsichtige Klebefolie, wie in Millionen Haushalten und Büros zu finden, besteht häufig aus einer 55 µm dicken PVC-Folie. Beim Produktionsprozess wird zuerst Haftgrund auf das Trägermaterial aufgetragen, damit der eigentliche Klebstoff haftet. Dann folgt die Beschichtung mit Kleber, der nur so dünn wie ein Haar auf der Folie aufgetragen wird. Die einzelnen Schichten sind also nur einige µm dick bzw. wenige Gramm pro m² schwer. Systeme wie z.B. Beta- oder Röntgendifferenzmessung (Genauigkeit typischerweise ca. 1 bis 2 g/m²) oder Dickenmessung über Lasertriangulation oder Lichtabschattung (Genauigkeit ca. 5 µm) sind hier oft nicht exakt genug.

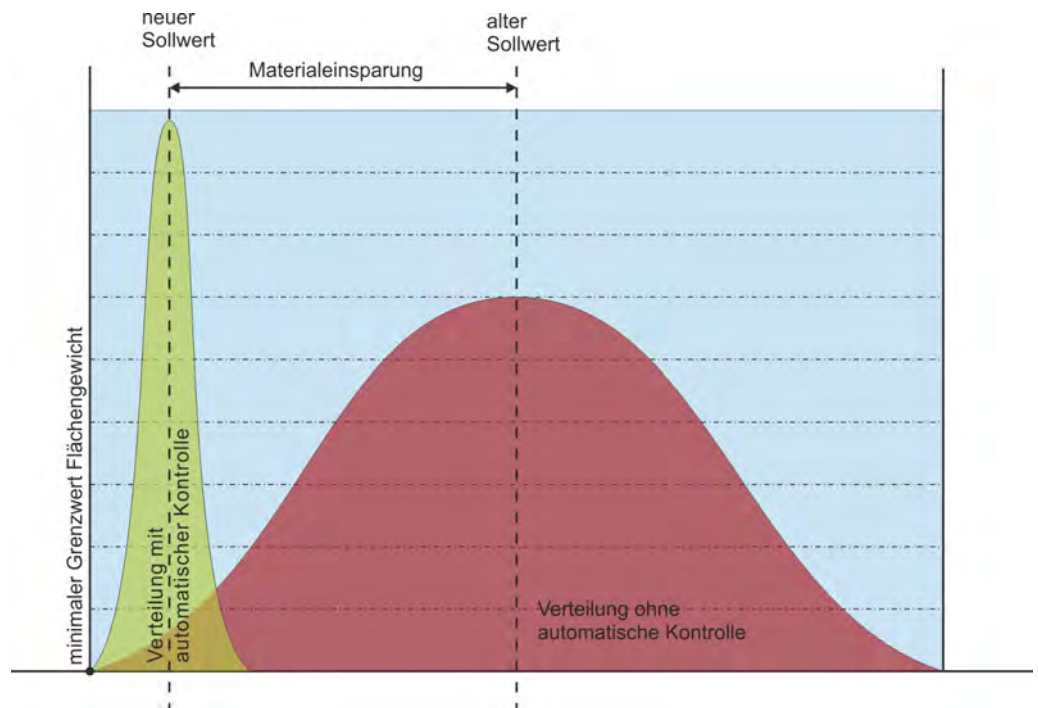


Abb. 1: Die automatische Flächengewichtsregelung schränkt die Streubreite des Flächengewichts bedeutend ein und garantiert so ein gleichmäßigeres Endprodukt.

Um zu einem sicheren Ergebnis und damit zu einem Produkt zu gelangen, welches Hersteller und Kunden zufriedenstellt, wird ein Sensor benötigt, der in der Lage ist, die Schichtdicke direkt an der laufenden Warenbahn mit einer hohen Präzision zu messen. Die Mahlo GmbH + Co. KG aus dem bayerischen Saal an der Donau hat zwei verschiedene Sensoren entwickelt, die genau diese Anforderungen erfüllen. Beide Sensoren sind Teil des Qualitätsmesssystems Qualiscan QMS, das traversierend bei laufender Warenbahn wichtige Parameter misst und regelt.

Infrarotspektroskopie erfasst alle Material-Komponenten

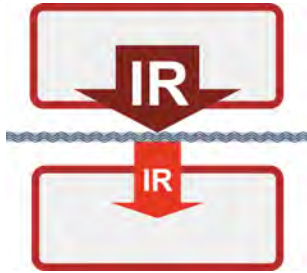


Abb. 2: Funktionsweise Infrascopie NIR

Das erste Verfahren bedient sich der Infrarotspektroskopie. Der Sensor Infrascopie NIR überwacht die Absorption von Infrarotlicht aller Komponenten auf oder in der Materialbahn im Nah-Infrarotbereich. Das Prinzip dahinter: Die Ware wird konstant mit breitbandigem Infrarotlicht (890-2200 nm) beleuchtet. Ein Spektrometer misst die Infrarotabsorption und über einen Auswertalgorithmus werden daraus die Messwerte generiert. Durch die simultane Analyse des gesamten Infrascopie NIR-Spektrums kann der Sensor zwischen mehreren Komponenten in einer Materialbahn unterscheiden.

Wenn die zu messende Substanz bei einer bestimmten Wellenlänge IR-Licht absorbiert, ohne dass es zu einer Überlagerung, z.B. vom Substrat, kommt, lässt sich die Schichtstärke mit einer sehr hohen Genauigkeit bestimmen. Eine Genauigkeit von ca. 0,05 g/m² ist erreichbar. Diese Methode erfordert eine entsprechende Kalibrierung des Sensors, da z.B. auch die Farbe einen Einfluss auf die Messung ausüben kann. Idealerweise werden die Kalibrierdaten vorab in einem Labortest ermittelt und anschließend einfach in das System integriert.

Anwendungsbeispiel Silikon-Releasebeschichtung auf Papier

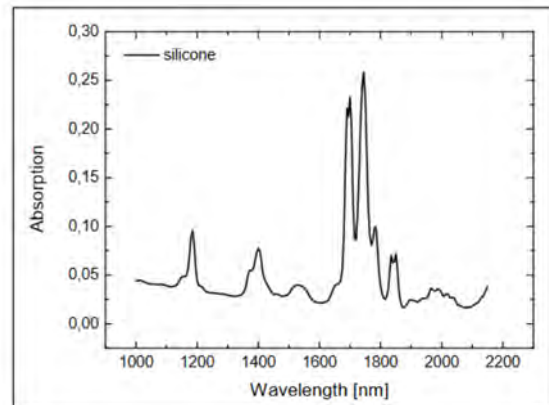
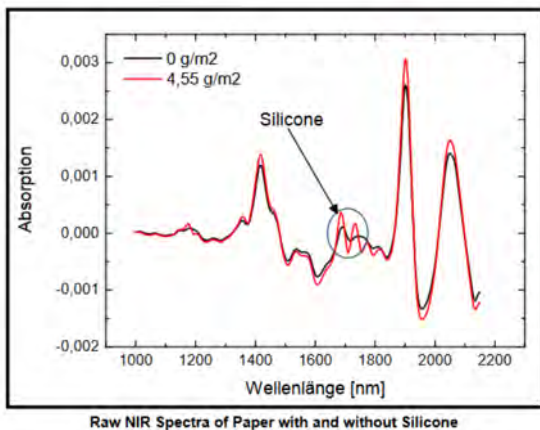


Abb. 3: Die hohe Spektralaufösung ermöglicht die Differenzierung der Silikon-Absorption von der Papier-Absorption und macht so eine Messung des Silikonantrags möglich.

Die on-line Messung des Flächengewichts von Silikon auf Releasepapier hat die Branche lange vor große Herausforderungen gestellt, da sich das Beschichtungsgewicht typischerweise nur zwischen 0,5 und 5 g/m² bewegt. Mit dem Infrascopie NIR können Silikonbeschichtungen von circa 0,3 bis 5 g/m² gemessen werden. Dickere Werte kommen in diesem Anwendungsbereich praktisch nicht vor. Weitere Anwendungen für die Messung mit Infrarotspektroskopie sind unter anderem Silikonbeschichtungen auf Gewebe (z.B. für Airbags), Kleber- und Polymerbeschichtungen auf Papier und Folie sowie wässrige Beschichtungen.

Weißlichtinterferenz für transparente Schichten



Abb. 4: Funktionsweise Optoskope WLI

Die Bestimmung des Flächengewichts mittels Nahinfrarot ist aber nicht die einzige Möglichkeit, die Mahlo seinen Kunden zur Messung dünner Beschichtungen anbieten kann, vor allem bei der besonderen Herausforderung von transparenten Schichten. Diese können sehr einfach mit der Weißlichtinterferenz-Methode, die der Sensor Optoskope WLI nutzt, gemessen werden.

Bestrahlt man klare oder leicht opake dünne Beschichtungen mit Weißlicht, wird das Licht sowohl an der oberen als auch an der unteren Grenzfläche teilweise reflektiert. Dabei entstehen Interferenzfarben bunt wie ein Regenbogen, wie man sie z.B. von Seifenblasen kennt. Die Frequenzen dieser Interferenz sind ein Maß für die Schichtdicke und werden über einen FFT-Algorithmus ermittelt. Damit das Ergebnis eindeutig bestimmt werden kann, muss die zu messende Schicht einen unterschiedlichen Brechungsindex zur Substratschicht aufweisen. Unter diesen Voraussetzungen kann eine sehr hohe Genauigkeit von bis zu $0,01 \mu\text{m}$ (10 nm) erreicht werden.

Anwendungsbeispiel Lackbeschichtung auf $25 \mu\text{m}$ PET-Folie

Beim Beispiel einer Lackbeschichtung auf $25 \mu\text{m}$ PET-Folie ermittelt der Sensor eine Lackdicke von $4,04 \mu\text{m}$, eine Substratdicke von $24,9 \mu\text{m}$ sowie eine Gesamtdicke von $28,93 \mu\text{m}$. Generell kann der Optoskope WLI Sensor Lackbeschichtungen bis hinunter zu $0,4 \mu\text{m}$ Dicke messen. Bei Kleberbeschichtungen auf Polymerfolien (z.B. PE, PP, PET) ist eine Messung von minimalen Aufträgen bis hinunter zu $1 \mu\text{m}$ möglich. Weitere Anwendungen, für die der Sensor in Frage kommt, sind PVDC auf PVC, Silikon-Releasebeschichtungen auf PET und PE, Monofolien mit extrem hoher Genauigkeit und die Messung der Gesamtdicke von Mehrlagenfolien wie Verpackungsfolien, bei denen ebenfalls eine extrem hohe Genauigkeit erforderlich ist.

Außerdem schafft es der Optoskope WLI bei wässrigen oder lösungsmittelbasierten Aufträgen auf Folie abhängig vom Feststoffanteil auch extrem dünne Beschichtungen im nm-Bereich indirekt zu bestimmen. Ein Vorteil für die Hersteller ist auch die Möglichkeit der einseitigen Messung, die platzsparender beim Einbau und kostengünstiger als ein üblicher O-Rahmen ist.

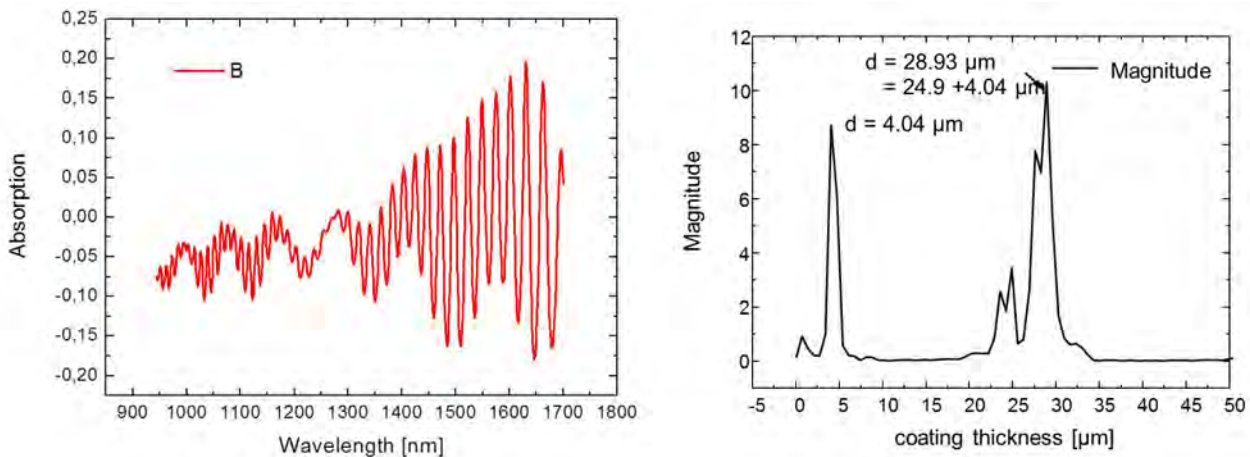


Abb. 5: Interferenzspektrum einer $25 \mu\text{m}$ dicken PET-Folie mit einer $5,4 \text{ g/m}^2$ schweren Lackbeschichtung. Gesamtdicke und Schichtdicke können gemessen werden.

Klare Darstellung

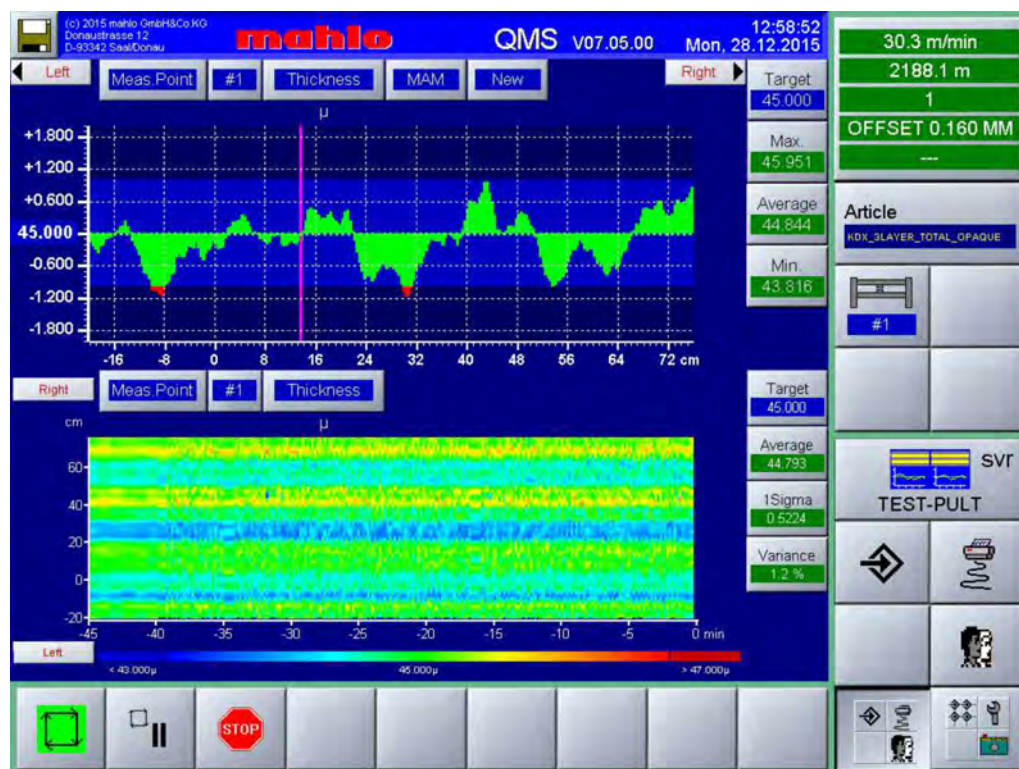


Abb. 6: Übersichtliche Darstellung am Kontrollmonitor

Die Ergebnisse der Infrascopie NIR oder Optoscope WLI-Messung erhält der Anwender auf einen Blick am Kontrollmonitor durch eine übersichtliche Software-Darstellung. Er kann hier unter anderem die ermittelten Werte analysieren, wenn nötig Änderungen an den betroffenen Maschinen vornehmen und die Daten speichern. Diese Dokumentation ist nicht nur im Produktionsprozess hilfreich, sondern auch ein Beleg für die Kommunikation zwischen Lieferanten und Kunden.

Mahlo verfügt über weitreichende Erfahrung und ein breites Spektrum messtechnischer Technologien. Für das Qualitätsmesssystem Qualiscan QMS stehen elf verschiedene Sensoren zur Verfügung, die sich neben den genannten Verfahren auch Beta- und Röntgentransmission, Lasertriangulation oder Lichtband-Abschattung bedienen. So kann das Experten-Team für nahezu jede Anwendung das passende Konzept erarbeiten.



Abb. 7: Qualiscan QMS mit Messrahmen Uniscan M und Sensor

Abstract

Die on-line Messung von dünnen Beschichtungen auf Papier und Folie hat Hersteller von jeher vor große Herausforderungen gestellt, da das Flächengewicht der Beschichtung typischerweise nur wenige Gramm pro m² beträgt. Mahlo hat zwei Sensoren entwickelt, mit denen sich selbst geringe Werte mit höchster Präzision messen lassen. Der Sensor Infrascopie NIR überwacht die Absorption von Infrarotlicht aller Komponenten auf oder in der Materialbahn im Nah-Infrarotbereich. Durch die simultane Analyse des gesamten Infrascopie NIR Spektrums kann der Sensor zwischen mehreren Komponenten in einer Materialbahn unterscheiden. Der Sensor Optoskope WLI hingegen nutzt die Weißlichtinterferenz-Methode. Klare oder opake Beschichtungen reflektieren bei der Bestrahlung mit Weißlicht das Licht in Interferenzfarben. Die Frequenzen dieser Interferenz sind ein Maß für die Schichtdicke. Es kann so eine Genauigkeit von bis zu 0,01µm (10nm) erreicht werden.