

„Optische Tomografie“ Berührungslose Messung der Schichtdicke in Mikrometergenauigkeit auf Glas, Papier, Holz, Beton und auf Kunststoffen aller Art.

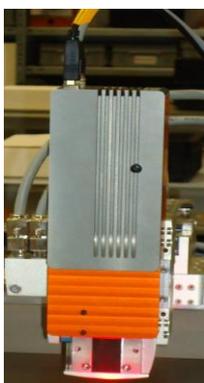
Genial einfach – einfach genial.

Die in der Metallbeschichtung verfügbaren zerstörungsfreien Verfahren zur Messung der Dicke einer Beschichtung oder zur Prüfung der Haftung einer Schicht sind auf Holz- und Kunststoff- Substraten nicht einsetzbar. Um die heute gestellten Anforderungen in diesen Branchen zu erfüllen ist deshalb ein Verfahren gesucht, mit dem die exakte Messung der Dicke der Beschichtung gewährleistet werden kann.

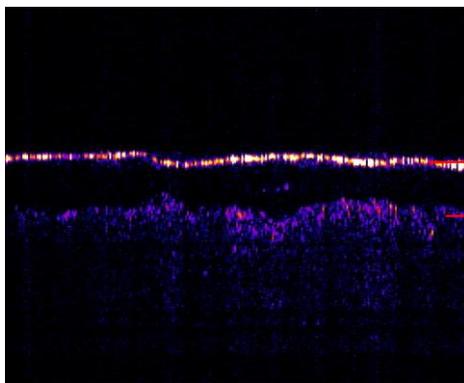
Die optische Tomografie ist täglich in der Verpackungsindustrie, in der Folienproduktion sowie in der Uhren- und Autoindustrie im Einsatz. Die Dicke einer Beschichtung wird mit dem Verfahren zerstörungsfrei, schnell und mikrometergenau gemessen.

Ein Messkopf besteht aus dem Sensor (Graue Box im Bild unten links) und der optischen Bank (Orange Box). Die zwei Teile zusammen gehören zum Messsystem. Die optische Bank liefert die Signale und leitet diese an den Sensor weiter. Wird als Sensor eine Videokamera oder ein Fotoapparat verwendet, entsteht ein kostengünstiges, sehr genau arbeitendes Schichtdickenmessgerät, mit dem Sie auf Kunststoff oder Glas, auf Holz, Schaumstoff, Beton oder auf Industrieböden die Dicke der Beschichtung zerstörungsfrei messen können.

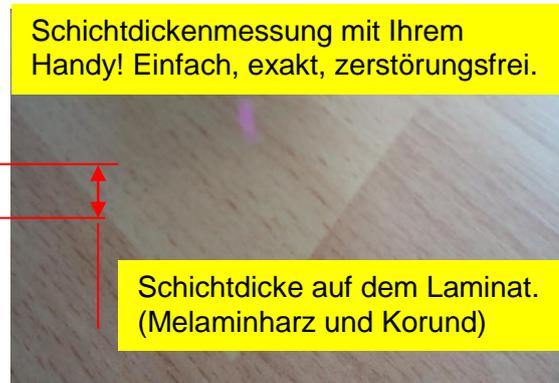
Bei einer Messzeit von einigen Sekunden kann mit dem neuen System Ihre Kamera zu einem professionellen Schichtdickenmessgerät umgebaut werden.



Kamerakopf auf Koordinatentisch



Schichtdicke



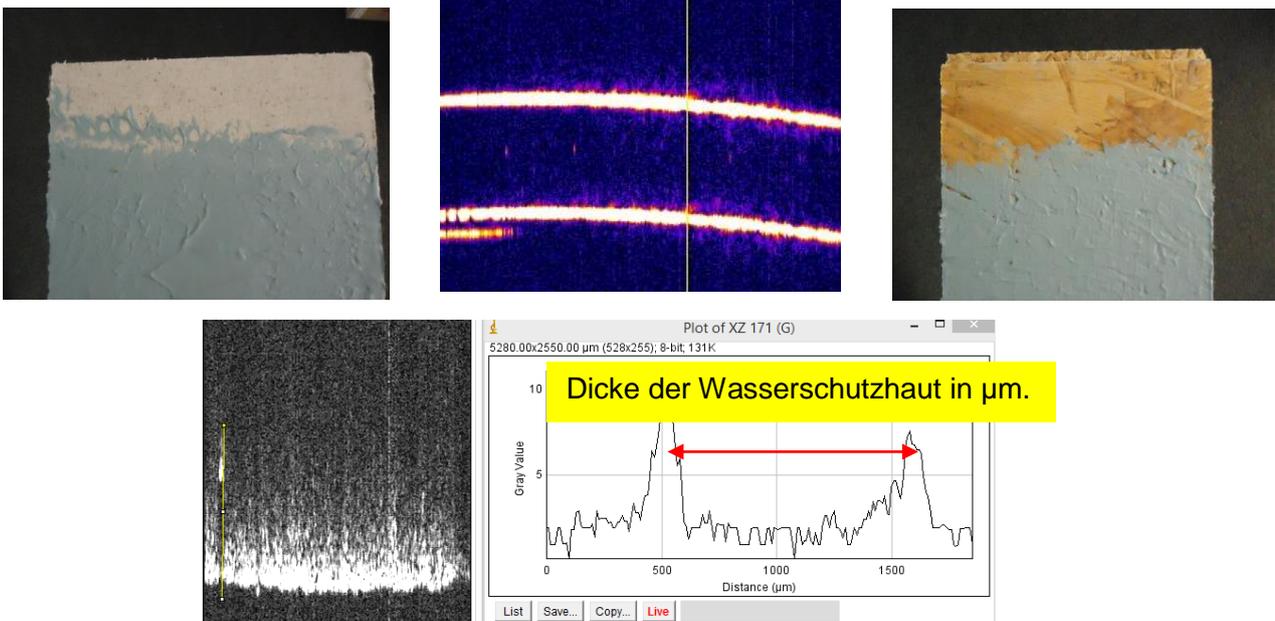
Messpunkt auf dem Laminat.

Sie haben mit dem Zusatzbauteil ein technologisch hochwertiges Messgerät für anspruchsvolle Mess- und Kontrollaufgaben. Die Software steht dem Bediener der Kamera über eine App zur Verfügung. Das Messgerät öffnet neue Wege in der

Schichtdickenmessung. Es erschliesst für Ingenieure, Kontrolleure, Entwickler und technisch Interessierte neue Möglichkeiten, um mit modernster Technologie höchste Ansprüche nachzuweisen. Unser technischer Support unterstützt Sie bei der Planung und Integration der neuen Systeme zur Lösung Ihrer Aufgaben.

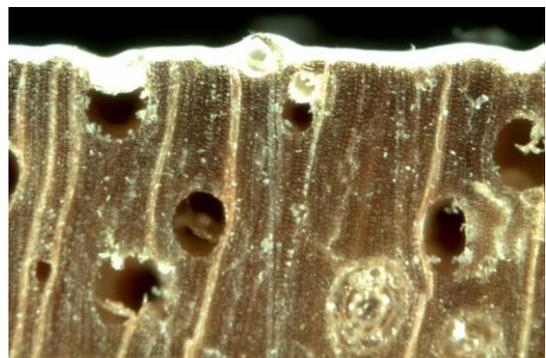
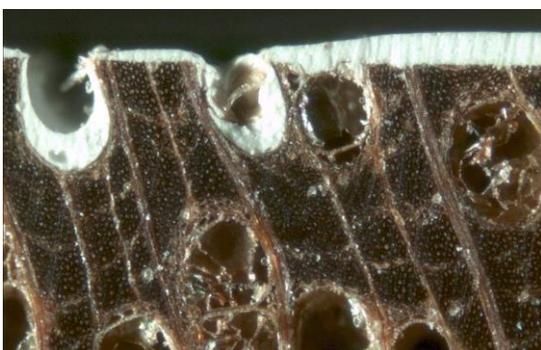
Wir messen alle Schichten.

Unabhängig ob die Schicht auf Beton, Gips, Holz oder einem porösen Stoff aufgebracht wird, mit der optischen Tomografie werden die Dicken aller bekannten Schichten zerstörungsfrei gemessen. Neben der exakten Messung der Dicke einer Schicht wird auch die Ablösung einer Schicht (Bild unten Mitte) festgestellt.



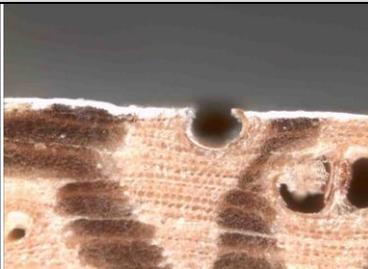
Holz.

Holzwerkstoffe vollflächig zu beschichten ist deshalb heikel, weil grosse Poren eine dickere Schicht erfordert, wodurch zwar eine unterbruchfreie Beschichtung gewährleistet ist, aber bei kleineren Poren zu viel mehr Beschichtungsmaterial verbraucht wird, was höhere Kosten nach sich zieht. Weil aus wirtschaftlichen und logistischen Gründen eine Nachbearbeitung kaum möglich ist, muss unbedingt angestrebt werden, dass alle qualitätsentscheidenden Merkmale bereits in der laufenden Produktion erfasst und bewertet werden.



Die flo-ir hat ein Gerät zur Messung der Dicke einer Beschichtung auf allen Substraten entwickelt. Das Gerät kann in der laufenden Produktion eingesetzt werden und lässt sich in bestehende Produktions- Systeme einbinden. In einer Forschungsarbeit in Holland wurden Grundlagenuntersuchungen auf Meranti Verkleidungen mit unterschiedlicher beschichtender Schichtstärke vorgenommen. Fünf Proben Angelim (Hymenolobium Spezifikat) vom Maß 20 x 70 x 150 Millimeter (Stärke x Breite x Länge) sind

unterschiedlich beschichtet worden (Sprayanwendung). Die Resultate zeigen die dass die berührungslos ermittelte Schichtstärke mikroskopisch auch nachgewiesen werden konnte und sich die Ergebnisse deckten.

Panel	Overview	Microscopic views (4x magnification)
1		  Layer thickness: Water uptake:
		23 – 51 μm 650 g/m^2

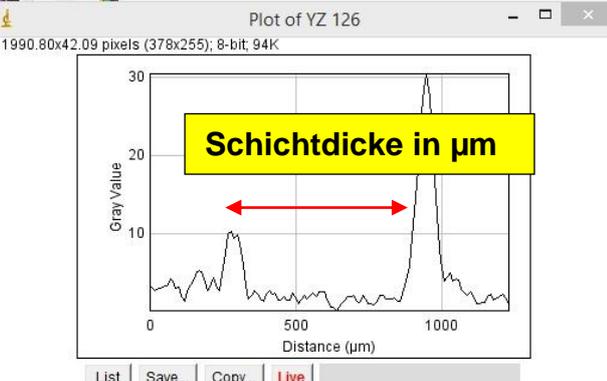
In diesen Grundlagenuntersuchungen hat sich gezeigt, dass sich unser Verfahren sehr gut eignet, um die Dicke einer Beschichtung auf Holz berührungslos, zerstörungsfrei und genau zu bestimmen. Die optische Tomografie, eine moderne, berührungslos und völlig zerstörungsfrei arbeitende Messmethode zur Messung der Lackschichtdicke. Die folgende Probe wurde einmal beschichtet:



Optische Tomografie
Zerstörungsfreie Messung.



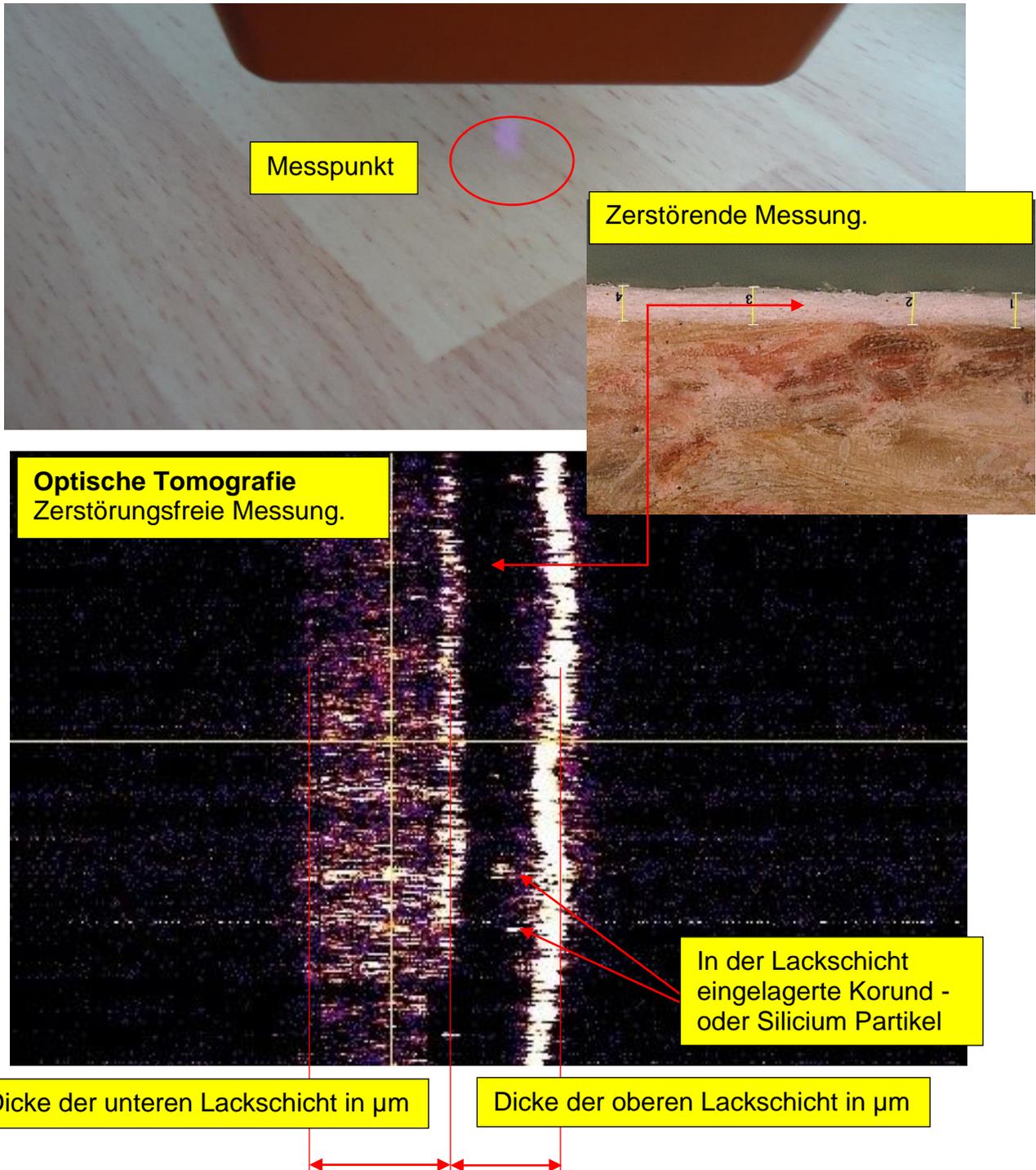
Zerstörende Messung



Schichtdicke in μm

Die Auswertung der Signale erfolgt in Mikrometer.

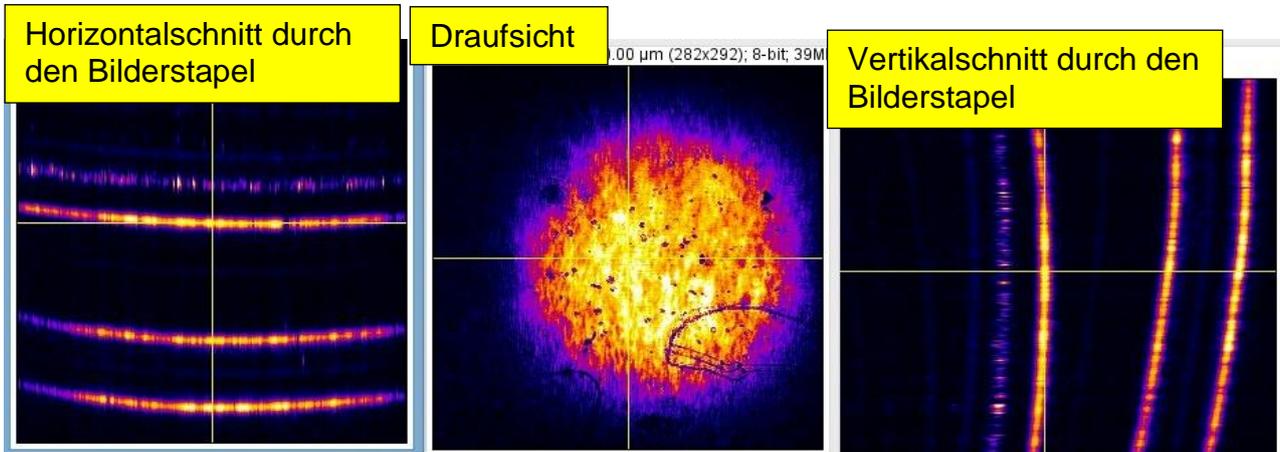
Die Messungen der Schichtdicken können in Mikrometergenauigkeit durchgeführt werden ohne dass die optischen Materialeigenschaften bekannt sein müssen. Deshalb eignet sich das System in allen Fällen, wo es darum geht transparente oder halbtransparente Beschichtungen zu vermessen. Die optische Tomografie dient der Bestimmung der Schichtdicke einer Lackschicht in Mikrometergenauigkeit. Die folgende Probe wurde zweimal beschichtet, was sich deutlich zeigt.



Mit der zerstörungsfreien optischen Tomografie messen wir jede Schicht in einem Schichtverbund und charakterisieren die Schicht. Die optische Tomografie ersetzt die Mikrotom- oder Keilschnitte und erlaubt eine vollständig zerstörungsfreie Messung der Lackschichten auf Glas, Kunststoff, Holz, Stein, Beton. Die optische Tomografie ist das einzige Verfahren, das aus allen Unterlagen eingesetzt werden kann, auch wenn Glitzerteilchen oder Streuteilchen in der Schicht eingelagert sind.

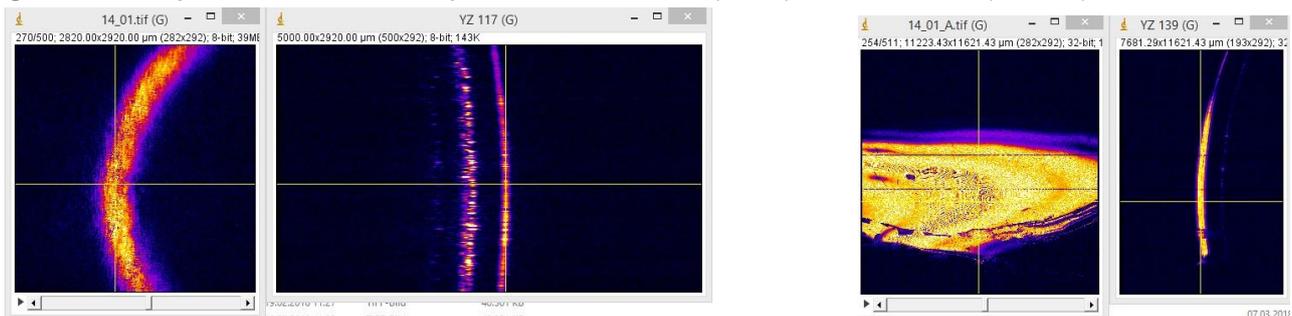
Optische Dickenmessung an beschichteten Kunststoffteilen.

Die einzelnen Schichten in einem Schichtverbund lassen sich aus den Signalen der optischen Tomografie mikrometergenau extrahieren. Die folgende Bilderserie zeigt links den Horizontalschnitt durch den Bilderstapel von 500 Bildern, in der Mitte die Draufsicht und rechts davon den Vertikalschnitt.

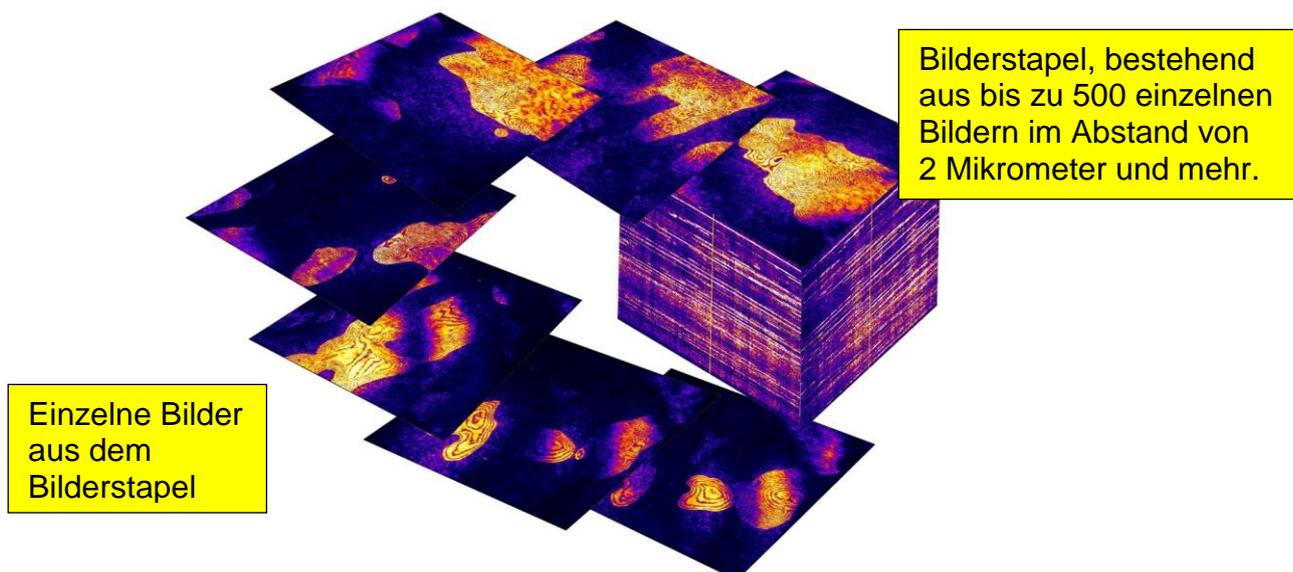


Vermessung beschichteter Kunststoffteile.

Die folgenden Bilder zeigen die Draufsicht und den Vertikalschnitt einer OCT Messung am gleichen Objekt mit einer Lichtquelle von 850 nm (links) und 440 nm (rechts).



Jedes einzelne Bild aus dem Stapel kann zur Auswertung beigezogen werden. Der Abstand von Bild zu Bild kann zwischen $<1 \mu\text{m}$ bis höher als 1 mm gewählt werden. Beim optischen Tomografieverfahren ist die z- Achse im Gegensatz zu konventionellen bildgebenden oder konvokalen Verfahren von der lateralen Auflösung entkoppelt.

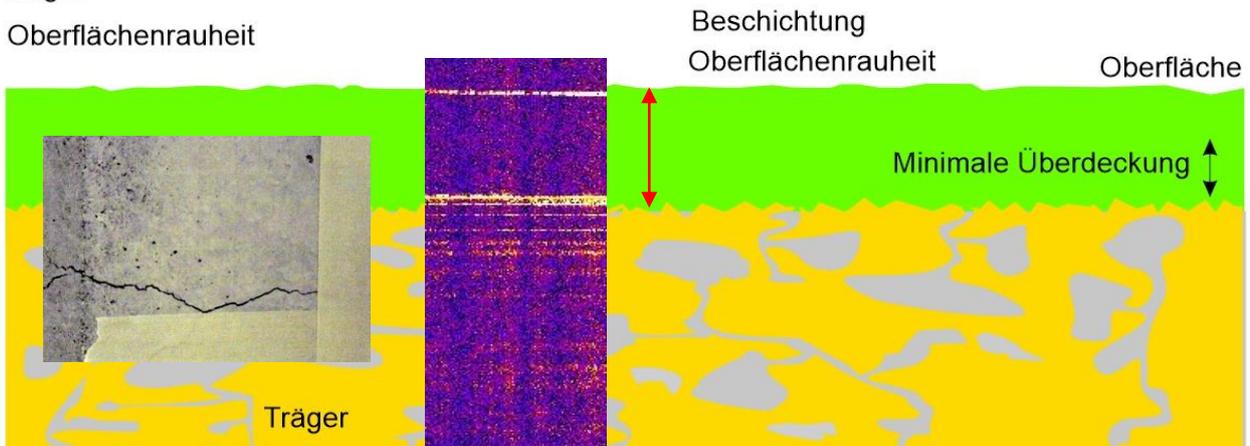


Beschichten von porösen Stoffen und Bauteilen.

Die Beschichtung von Bauteilen die sehr porös sind, stellt immer wieder eine besondere Herausforderung dar, weil das Diffusionsverhalten oft unbekannt ist, aber eine bedeutende Rolle auf den Schutz- oder auf die Farbgebung ausübt. Der Umgang mit den Bauteilebeschichtungen erfordert deshalb fundiertes Wissen über das Verhalten des zu verarbeitenden Materials, damit der vorgesehene Zweck (Schutz- oder Farbgebung) auch nachhaltig erfüllt wird.

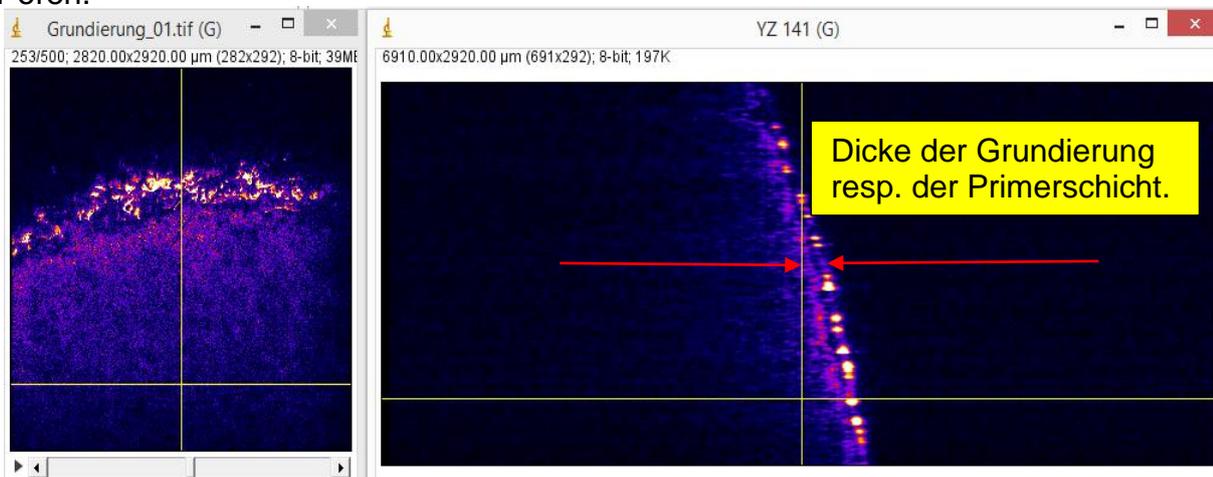
Die Eigenschaft eines Schutz- oder Anstrichsystems muss dem Produkt das beschichtet werden soll möglichst nahe kommen und eine einfach haltbare „Verschleisschicht“ bilden. Dazu muss der Träger (Klinker, Sandstein, Schaumbeton, Kohle, Bricks, Fassadenpanels oder Steine aller Art) oft stabilisiert werden, damit die Oberfläche ohne grössere Veränderung widerstandsfähig genug gegen alle Einflüsse gemacht werden kann. Die Porosität des Trägers, die Oberflächenbeschaffenheit und das Verhalten des Beschichtungsmaterials auf dem Material sind deshalb wichtig.

Träger



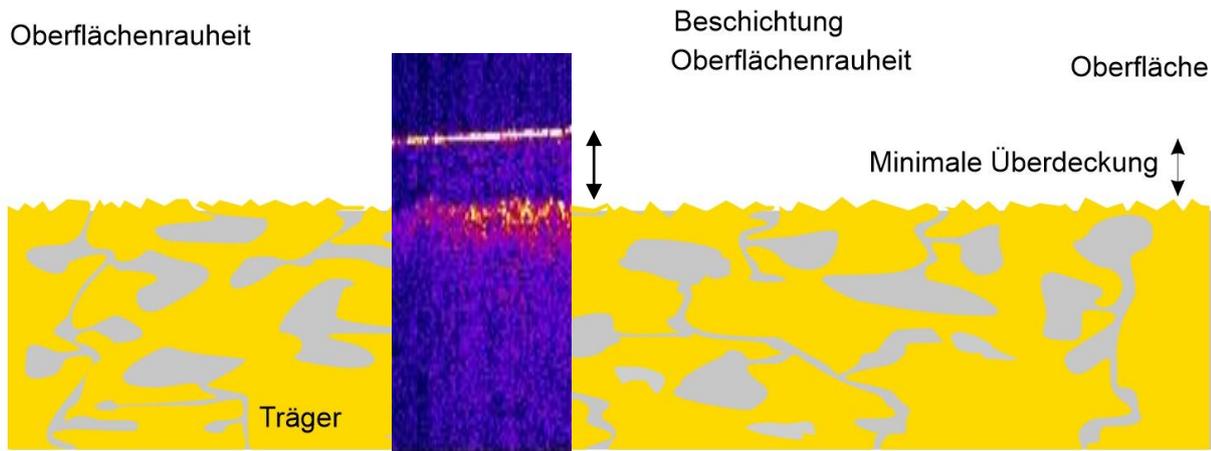
Sind im Träger Poren die in sich geschlossen- oder miteinander verbunden sind, muss das beim Aufbringen einer Schutz- oder farbgebenden Schicht beachtet werden, weil beim Beschichten einer porösen Oberfläche Lösemittel, Haftvermittler und Pigmente oder Oxide mehr oder weniger tief in das poröse Trägermaterial eindringen. Die Porosität einer Oberfläche wird mit dem OCT-Verfahren charakterisiert, weil damit das Eindringverhalten des Beschichtungsmaterials festgestellt werden kann.

Die Dicke der Grundierung erscheint in Mikrometerngenauigkeit. Zudem erkennt man mit der optischen Tomografie Streueffekte, als eine Folge der Füllung bestehender Poren.

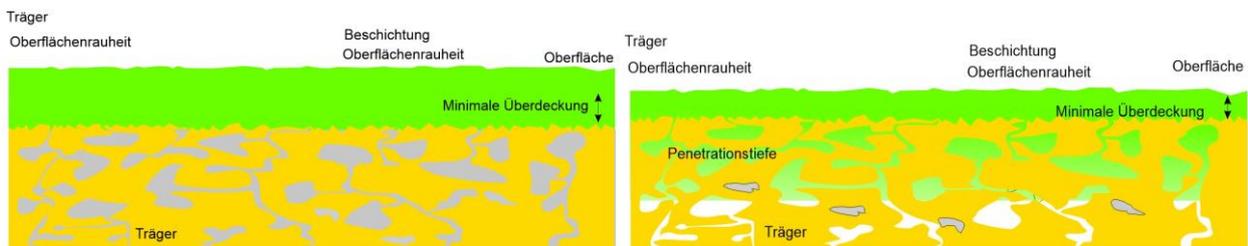


Mit der optischen Tomografie werden viele Einzelbilder in einem definierten Abstand zu einem Bilderstapel zusammengesetzt. Der Bilderstapel wird in der Folge als Dicke

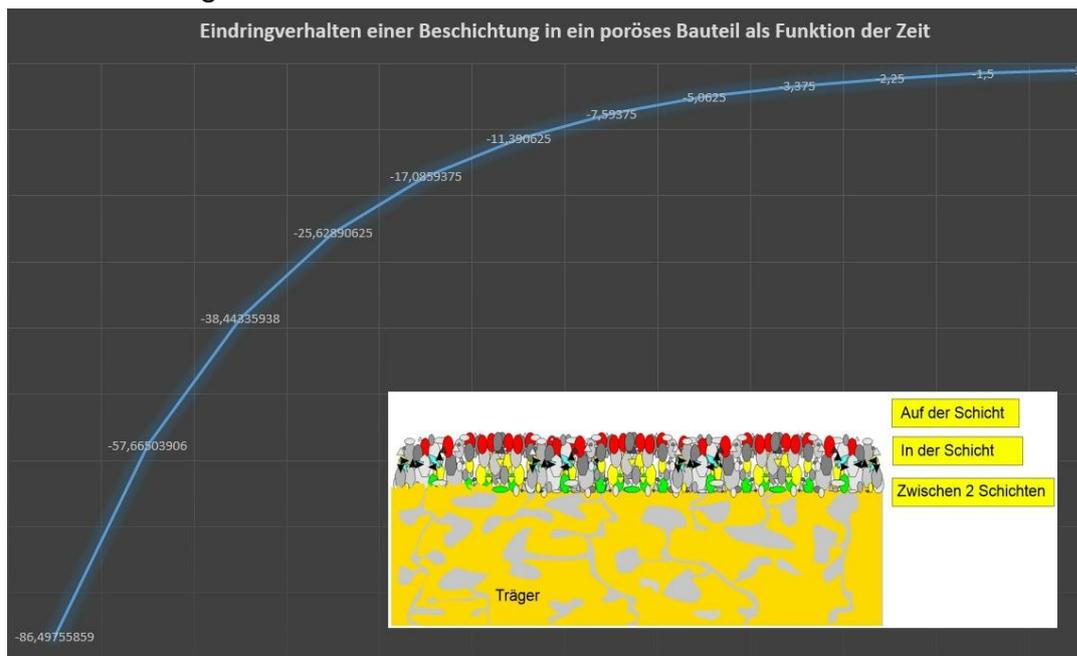
der Schicht ausgewertet. Mit dem OCT System wird in einem ersten Schritt die Oberfläche des Trägers so vermessen, dass die Rauheit oder der Porenanteil bekannt sind.



Anschliessend wird das aufgetragene Beschichtungsmaterial vermessen, sodass aus dem Messwert das Eindringverhalten des Beschichtungsmaterials in Funktion der Zeit abgeleitet werden kann.



Die Kurve gibt Auskunft über das Eindringverhalten eines Beschichtungsmaterials in das Bauteil. Ist die Penetration abgeschlossen, haben sich die Poren im Übergang der zwei Schichten (Beschichtungsmaterial und Beschichtungsträger) mit Feinstpartikeln und dem Haftstoff gefüllt.



Es spielt keine Rolle ob Sie ein Dach beschichten, einen Boden, Formen oder Kavitäten, in jedem Falle dienen die OCT- Messungen dazu, die Grundierung einer

Schicht korrekt Auszulegen und die Dicke des Beschichtungsmaterials auf dem Bauteil exakt zu Vermessen ohne das Bauteil zerstören zu müssen.

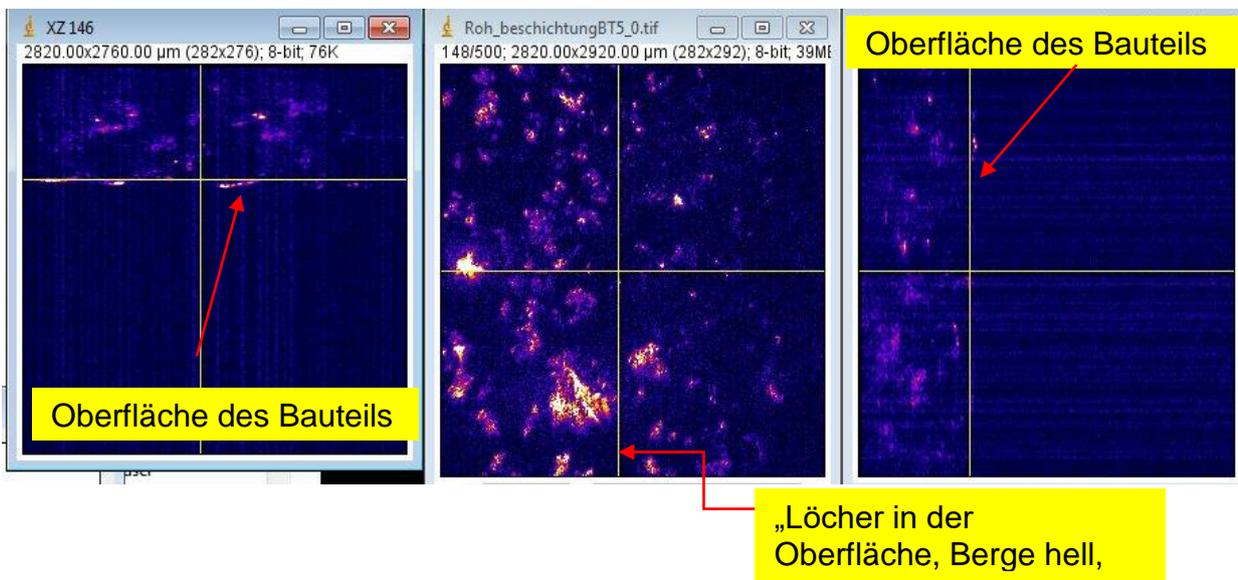
Mit der optischen Tomografie können:

- Die minimale Überdeckung
- Die maximale Überdeckung
- Die mittlere Schichtdicke
- Die Porosität vor dem Beschichten
- Die Porosität nach dem Beschichten
- Das Eindringverhalten von Partikeln

Gemessen resp. charakterisiert werden.



Mit dem OCT System wird der Raum zwischen dem Sensor und der Oberfläche genauer als 1 µm vermessen. Aus den Messdaten werden die Rauheit, die Schichtdicke oder auch geometrische Strukturen vermessen.



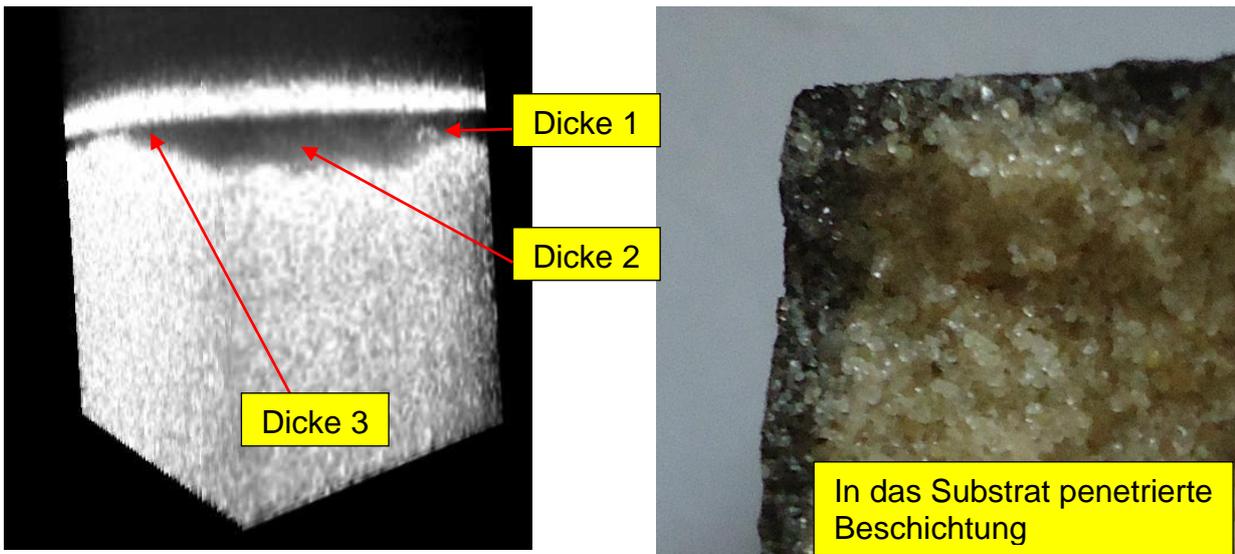
Dach- und Balkonboden- Beschichtung.

Eine Dach- oder Terrassenbeschichtung muss Schutz gegen eindringendes Wasser bieten, einen Feuchte- oder Wärmespeicher bilden oder sich als Teil des „Naherholungsraumes“ anbieten. Solche Flächen sind wechselhaften Einflüssen ausgesetzt. An sonnigen Tagen werden hohe Temperaturen erreicht und in der Nacht oder im Winter fallen die Temperaturen bis unter den Gefrierpunkt.

In allen Fällen aber muss die Beschichtung die gewünschten Funktionen möglichst lange erfüllen können. Die Funktion wird dann erfüllt, wenn die Beschichtung vollflächig und „homogen“ auf dem Bauteil aufgebracht ist. Wird eine Folie als Beschichtung verwendet sind die Übergänge und Bauteildurchdringungen kritische Zonen. Werden aber flüssige Abdichtungen eingesetzt muss auch das Saugverhalten des Trägers beachtet werden.

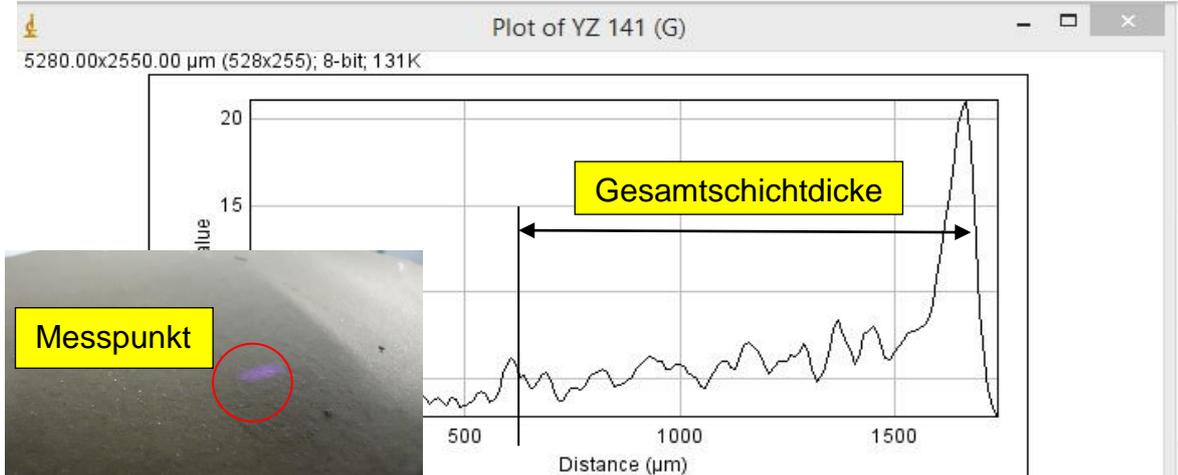
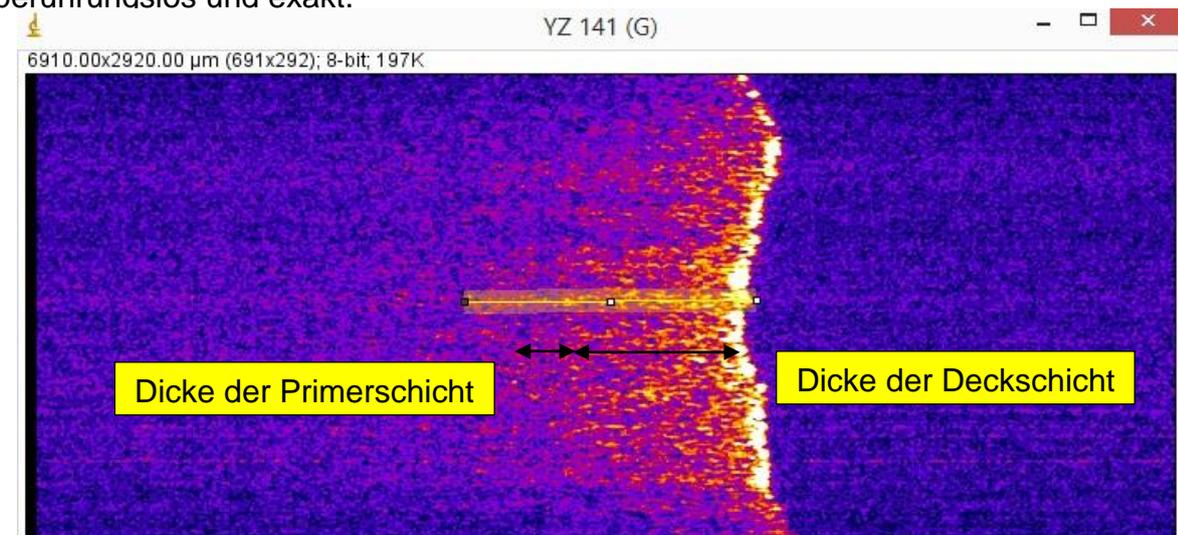
Mit der optischen Tomografie lässt sich die Eindringtiefe eines Beschichtungsmaterials in das zu beschichtende Material zerstörungsfrei bestimmen. Das Bild oben links zeigt die nicht homogene Beschichtung einer realen Oberfläche. Die dünnste Beschichtung oder Fasern, welche die Beschichtung durchdringen sind Zonen die kritisch zu

beobachten sind. In diesen Bereichen müssen die gestellten Anforderungen noch nachweislich erfüllt werden.



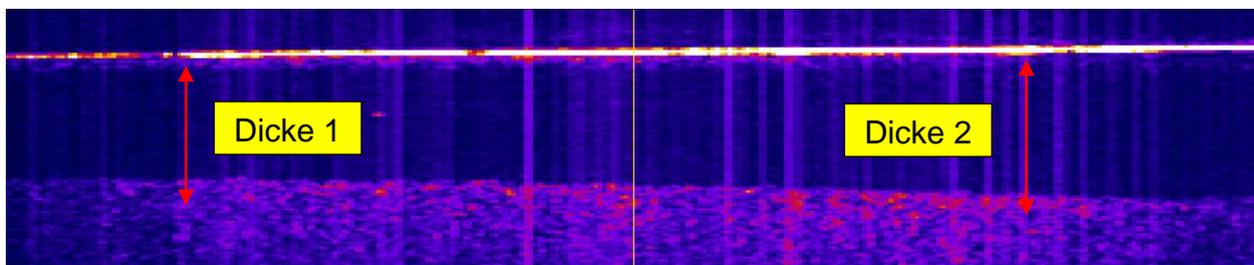
Zerstörungsfreie Messung der Schichtdicke (Gestrichene Wasserschutzhaut).

Ob Sie einen Swimmingpool beschichten oder eine Wanne, Die Dicke jeder Beschichtung können Sie entweder mit einem Keilschnitt, also zerstörend messen oder mit der optischen Tomografie. Die optische Tomografie misst jede Schicht berührungslos und exakt.



Bodenbeschichtung.

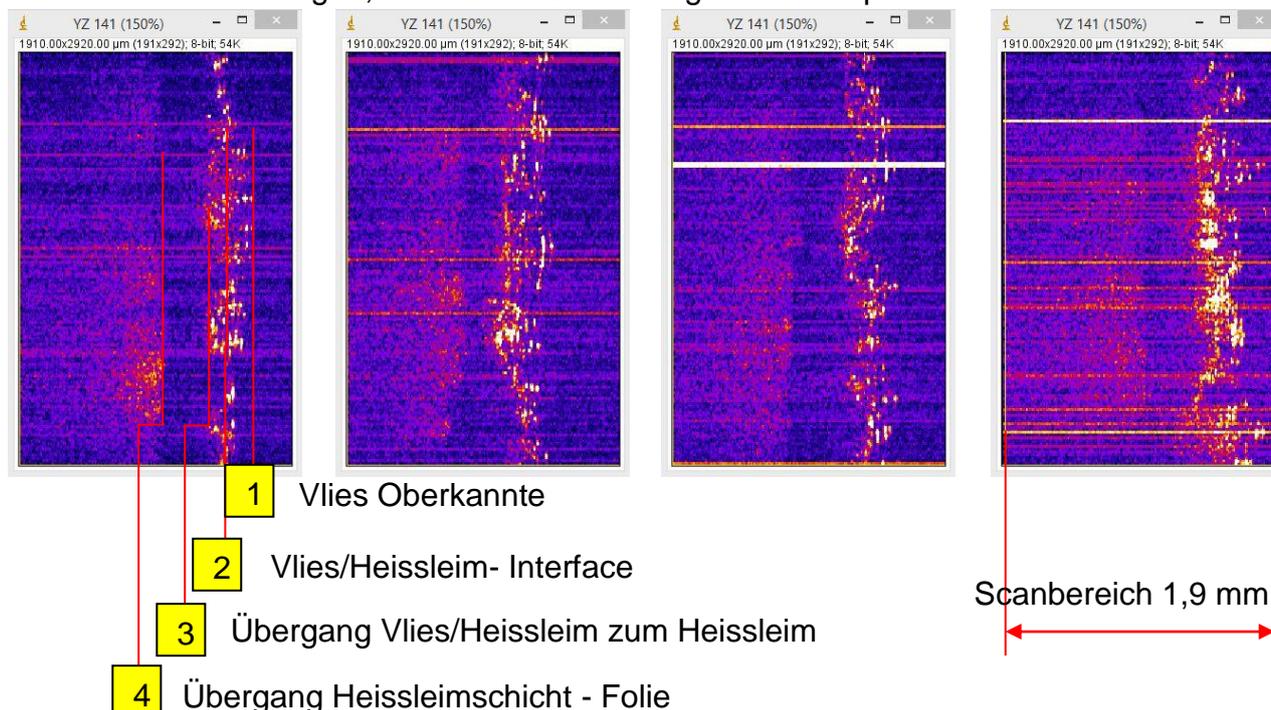
Beschichtungen auf Estrich, Beton, Schaumstoff, Gummi, Sandstein oder Klinker müssen gegen Säuren, Laugen, Lösemittel, Mineralöl beständig- und auch stoss-, schlag-, abrieb- und kratzfest sein. Weil heute alle Farben (Pigmente, Farbchips) auch in Kleinmengen verfügbar sind und das Material einfach verarbeitet werden kann, stellt sich vor der Neubeschichtung eines Bodens die Frage, wie die Grundierung als Verbindung zwischen dem bestehenden Bauteil und der modernen Beschichtung ausgelegt werden muss, damit die erwarteten Funktionen auch erfüllt werden.



Das Tomogramm zeigt eine homogene aber unterschiedlich dicke Beschichtung.

Schutzvlies- Einbettung.

Wird ein Schutzvlies eingebettet stellt sich oft die Frage, ob die Haftschrift von Fasern durchdrungen wird, wie tief ein Vlies eingebettet ist oder wie die dick die minimale Haftschrift ist. Alle Fragen werden mit OCT Messungen beantwortet. Die minimale Dicke der Haftschrift sowie die Tiefe der Vlies- Einbettung und Fasern, welche die Haftschrift durchdringen, lassen sich zerstörungsfrei und reproduzierbar vermessen.



Im Scanbereich von 1,9 mm werden 500 Bilder als Stack aufgenommen. Die Auflösung in z- Richtung beträgt in diesem Falle etwa 4 Mikrometer.

Zerstörungsfreie Messung von Beschichtungen.

Wir setzen verschiedene Messköpfe zur zerstörungsfreien und berührungslosen Messung der Schichtdicke oder der Haftung ein.

Dickenunterschiede und Loslösung einer Schicht messen wir berührungslos und zerstörungsfrei. Sei es an einem Kühlturm, in einem Druckrohr, einer Turbinenzuleitung

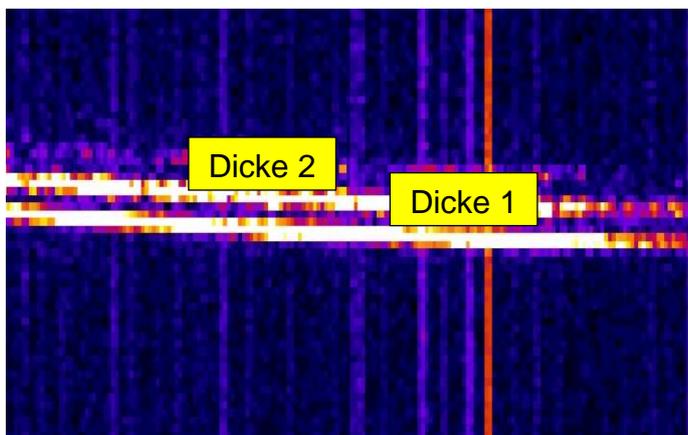
oder in einem Tunnel. Wir messen die Dicke einer Beschichtung, erkennen Haftungsfehler oder Schichtablösungen schnell, berührungslos, zerstörungsfrei.



Die Haltbarkeit eines Anstriches oder einer Beschichtung hängt entscheidend vom Zustand des Untergrundes ab. Dabei sind alle Beschichtungssysteme die übereinander liegen gemeint. Beim PTRT Verfahren spielt es keine Rolle ob die Beschichtung organischer Art oder metallisch ist. (Imprägnierung oder Primerschicht, Hydrophobierung, Funktionsschicht, Korrosionsschutzschicht, Harze oder Lacke).

Messung der Schichtdicke auf Kunststoff- Trägern.

Nimmt man das Zusatzmodul und misst auf einem Bauteil aus Kunststoff (oder auf Aluminium resp. Stahl), so erkennt man mit einem einzigen Lichtpuls alle Schichten auf dem Träger. Im folgenden Bild sind 3 Lichtfronten auf einem beschichteten Träger aus Kunststoff dargestellt. Es ist eine Schicht Metallic- Grau auf Kunststoff. Aus dem zeitlichen Verlauf der Lichtfronten lässt sich die Dicke der gesuchten Schicht ermitteln.



Mit der optischen Tomografie messen wir die Dicke jeder Schicht in einem Schichtverbund.

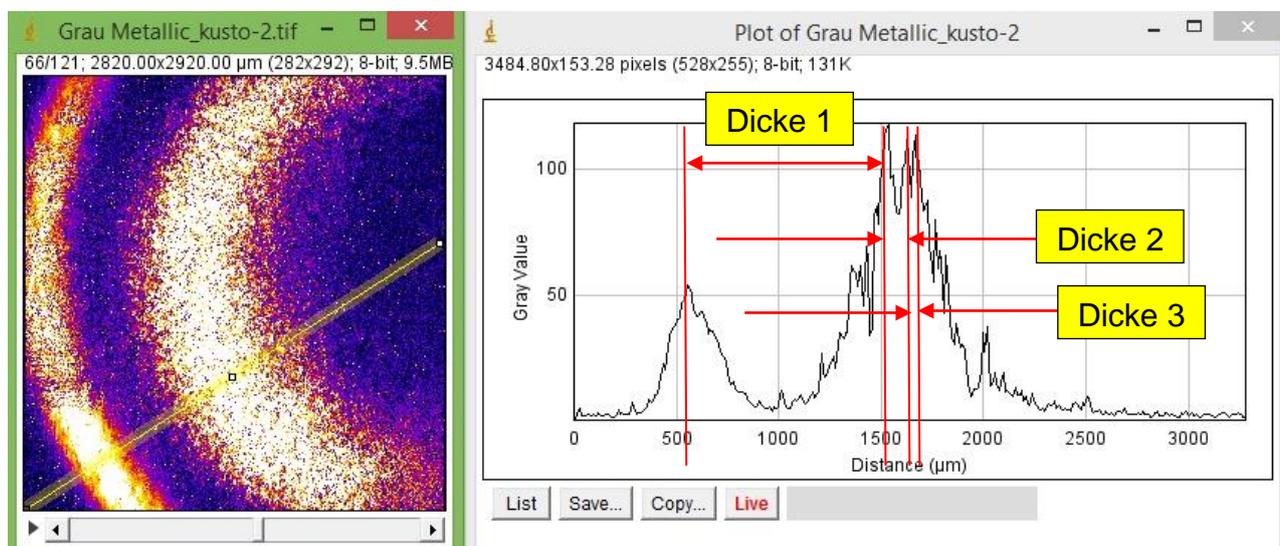
Die Grundierung sowie die folgenden Schichten werden zerstörungsfrei und völlig berührungslos in Mikrometer-Genauigkeit gemessen.

Mit der optischen Tomografie misst man auch die Dicke von Betonschlämmen oder fasergefüllten Beschichtungen.



Graue Metallbeschichtung auf einem Kunststoffbauteil.

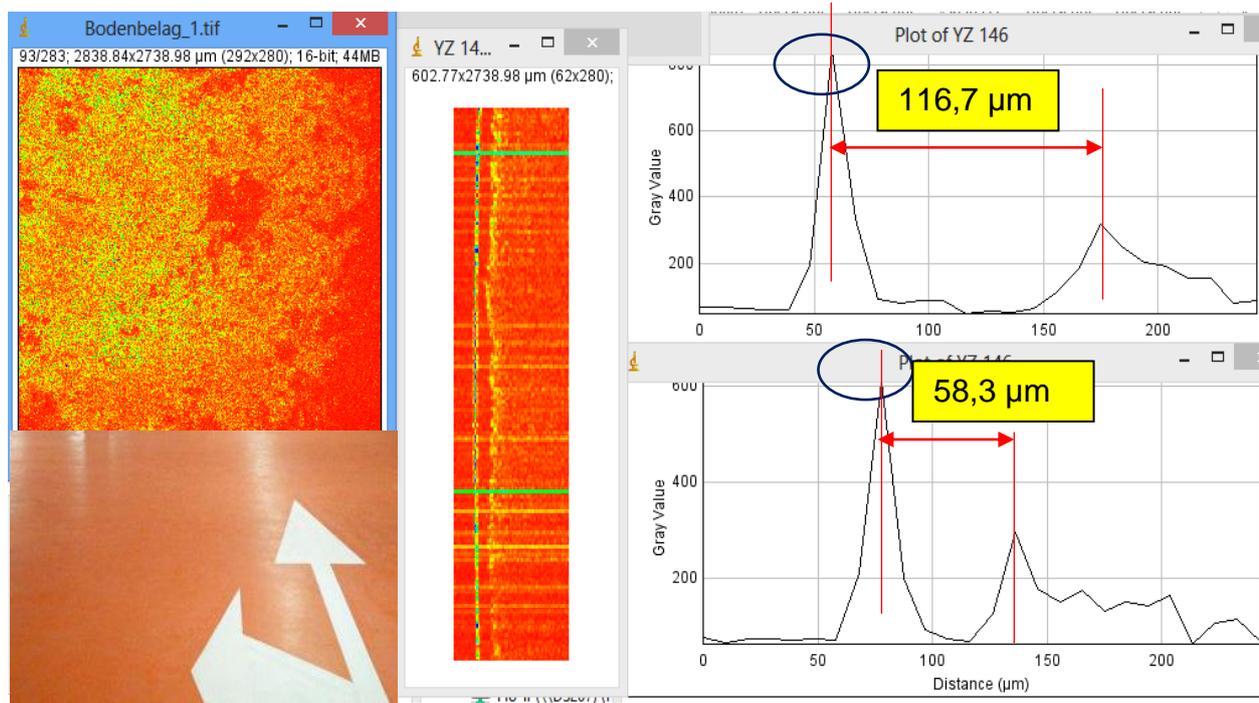
Beschichtungen im Bauwesen (Fassade, Dach, Betonbauteile) sind Stilmittel, Blickfang und Schutz in einem. Gerade deshalb müssen Beschichtungen durch ihre Eigenschaften überzeugen.



Ob die Beschichtung hydrophob oder Wasserdampfdurchlässig ist, eine mineralische Optik hat und sich durch hohe Deckkraft sowie Langlebigkeit auszeichnet, hängt entscheidend von der Verarbeitung ab.

Epoxidharzbeschichtung auf einem Bodenbelag.

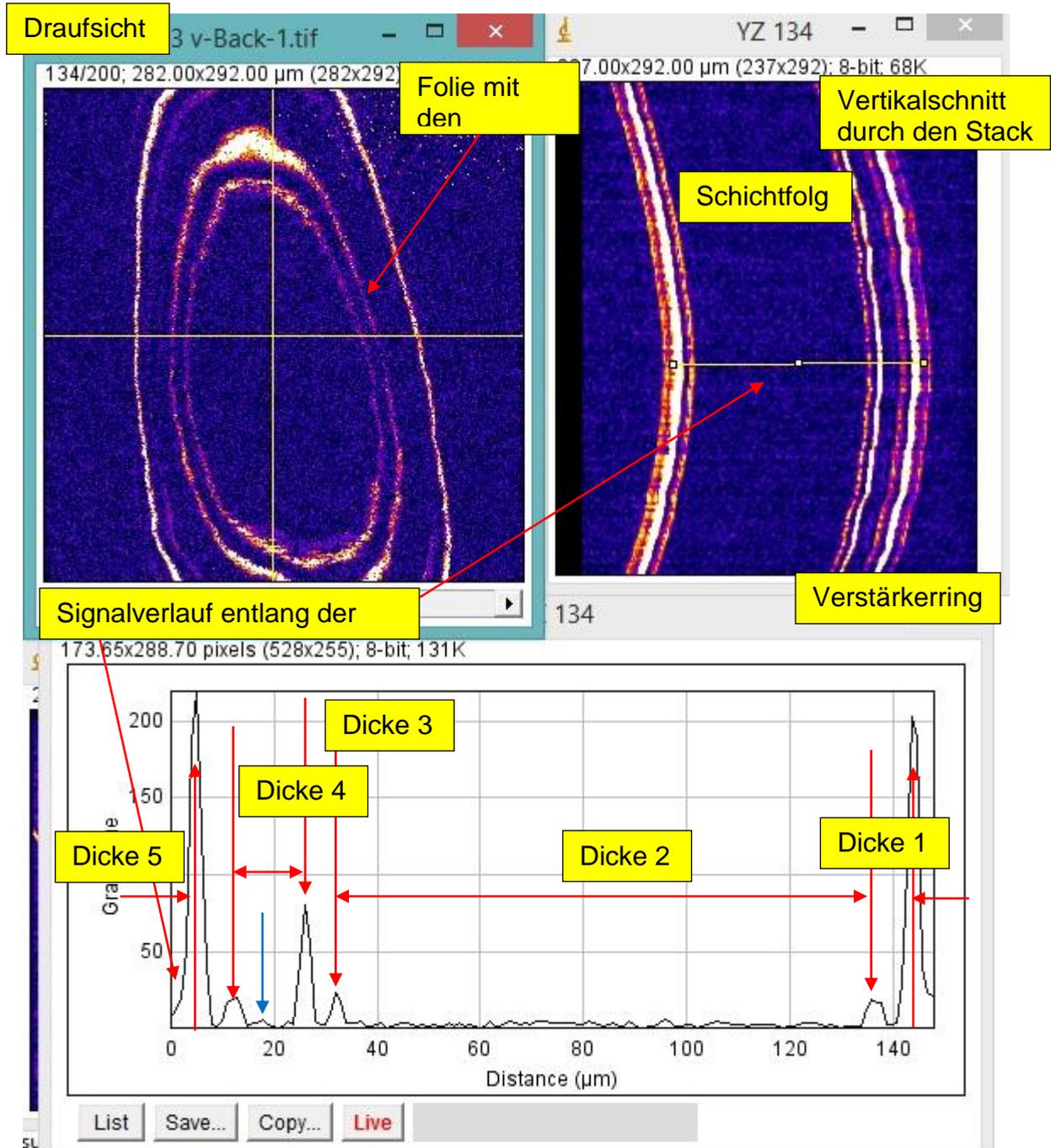
Ob die Dicke der Beschichtung auf einem Bodenbelag gemessen werden muss oder auf einem Bauteil aus Stein oder Kunststoff, spielt keine Rolle. Die von uns eingesetzten Verfahren erlauben die Messung der Schichtdicke und die Charakterisierung der Haftung auf allen Oberflächen.



Die Dicke des Bodenbelags liegt zwischen 58,5 µm und 116,7 Die Dicke wird zerstörungsfrei gemessen und kann grossflächig kartiert werden.

Zur Ableitung der Schichtdicke aus den Messdaten.

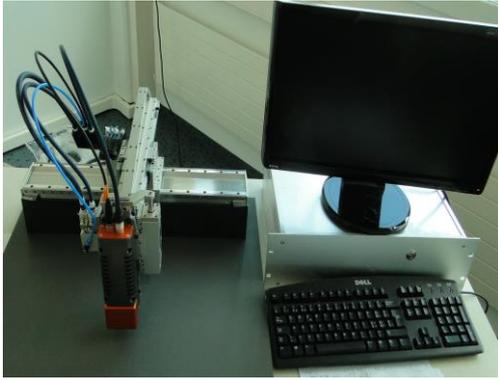
Für die Messung der Dicke einer Schicht ist es hilfreich, wenn die Anzahl Schichten im Verbund bekannt ist, weil sich nur dann die Modellierung und die Messung objektiv vergleichen und deshalb die Schichten exakt analysieren lassen.



In der Folie werden 5 Schichten sicher festgestellt, die 6. Schicht (blau) kann analytisch aus den Signalen extrahiert werden. Die Auswirkungen der sehr dünnen metallischen Schicht sind noch genauer zu klären.

$$\text{Schichtdicke} = (\text{Signal 1} - \text{Signal 2}) / \text{Brechungsindex}$$

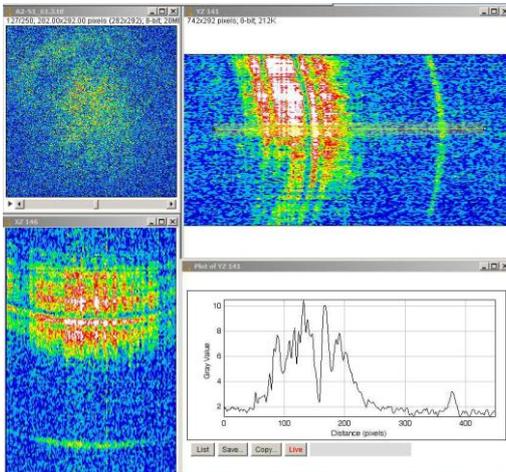
Optische Tomografie → Messanlage.



Messkopf

Sensor	SI
CMOS Sensor	Standardsensor
NIR Sensitivität	Gut
Dynamikbereich	bis 120 dB

Kameralink	GigE
Grauwertskalierung	bis 12 bit
Bildfolgedynamik	Bis 1 MIO fps
Kompatibel mit	Halcon, Labview, Matrox



OCT Verfahren

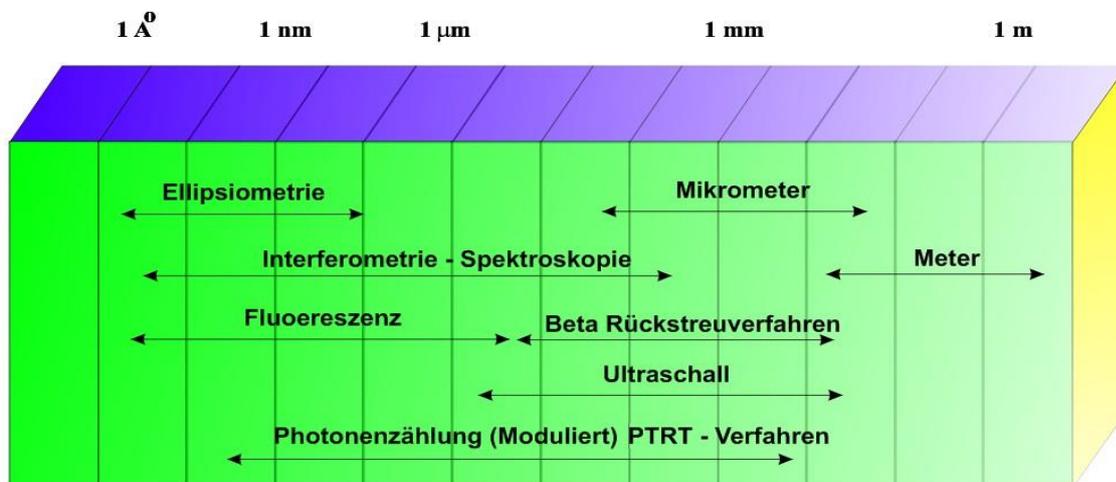
Das Verfahren der optischen Tomografie arbeitet berührungslos. Das Messwerkzeug ist monochromes Licht.

Bereits heute steht das Verfahren im industriellen Umfeld unter rauen Bedingungen im Einsatz und erfüllt täglich Aufgaben, die bisher nicht gelöst werden konnten.

Das Verfahren öffnet einen neuen Weg in der industriellen Produktion und ist ein zentrales Tool für die moderne Industrie.

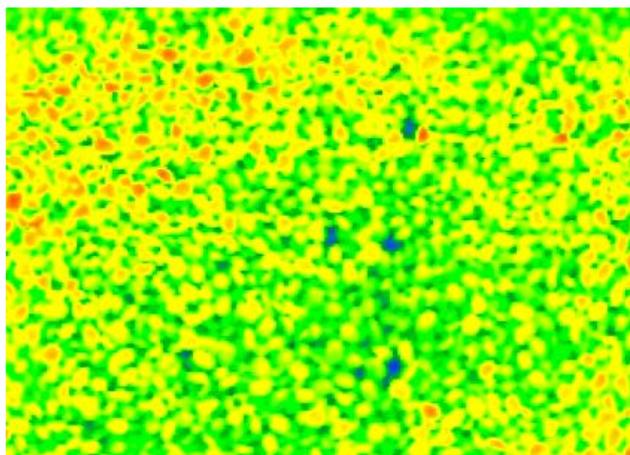
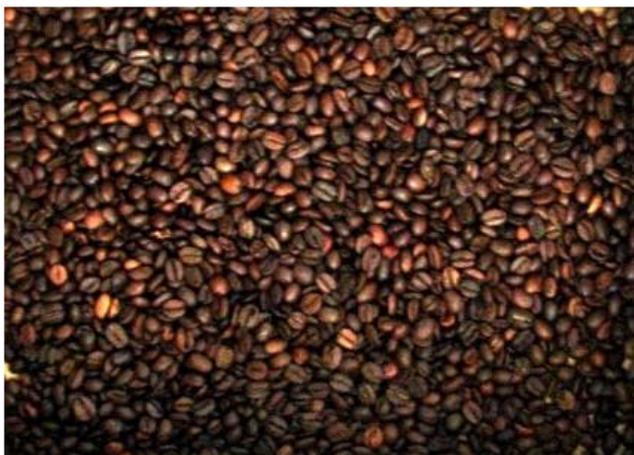
Wir bieten Herstellern und Anlagebetreibern bei der Optimierung der Produktion unsere Unterstützung und modernste Lösungen an, damit sie sich den wachsenden Anforderungen im Markt erfolgreich stellen können. Zögern Sie nicht, mit uns Kontakt aufzunehmen und schildern Sie unseren Experten Ihre Anwendung, damit wir Sie kompetent und zielgerichtet beraten können. Unsere Erfahrung im berührungslosen Messen ist in mehr als 30 Jahren stetig gewachsen.

Wir messen vom Nanometer bis Millimeter



Übersicht über Verfahren und Methoden für die Messung von Beschichtungen aller Art.

Finden sie die Schokoladenteilchen in den Kaffeebohnen, finden Sie ein Haar in einer Siegelnaht oder Erkennen Sie Dickenunterschiede?



Fragen Sie uns – wir zeigen Ihnen wie einfach das geht.

Sie können bei uns Anlagen auch für eigene Testzwecke nutzen. Wir bieten Ihnen Kompetenz in der Photonenmesstechnik und Erfahrung mit modernster Technologie. Übrigens spielt es beim der OCT- Verfahren keine Rolle ob Siegenzonen kontrolliert-Löcher gesucht oder Schichtdicken gemessen werden. Die Messeinrichtung unterscheidet sich im Wesentlichen nur durch die Auswertalgorithmen.

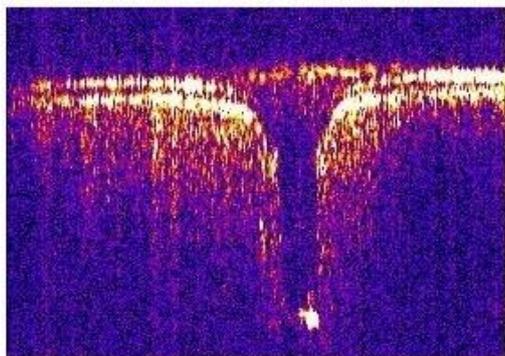


Bild oben: Mikroloch in einem Nahrungsmittelbeutel.

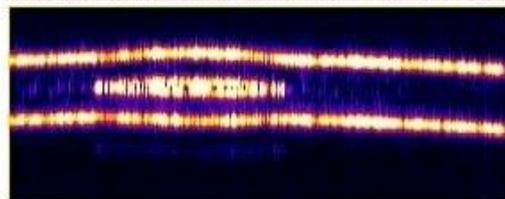


Bild Mitte: Loslösung zwischen zwei Folien.

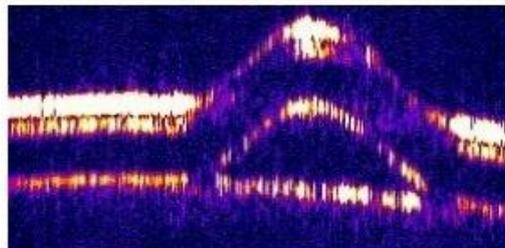


Bild unten: Siegelnahtfehler. Die obere Folie löst sich vom Träger ab.

- Bei Verpackungsfolien (PET) werden Fehlergrößen zwischen 150 und 500 μm vollflächig erkannt.
- Bei technischen Folien ist man bestrebt, Fehler der Größe von 50 bis 200 μm noch sicher zu finden.
- Bei Oberflächenschutzfolien sind Fehlergrößen von 60 μm bis 160 μm noch relevant.
- Bei Folien mit definierten Eigenschaften sind die gesuchten Fehlergrößen oftmals zwischen 25 μm bis 100 μm .

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Webseite www.irscat.ch.