

**flo-ir**

berührungslos messen

Aawasserstrasse 10

CH – 6370 Oberdorf, NW

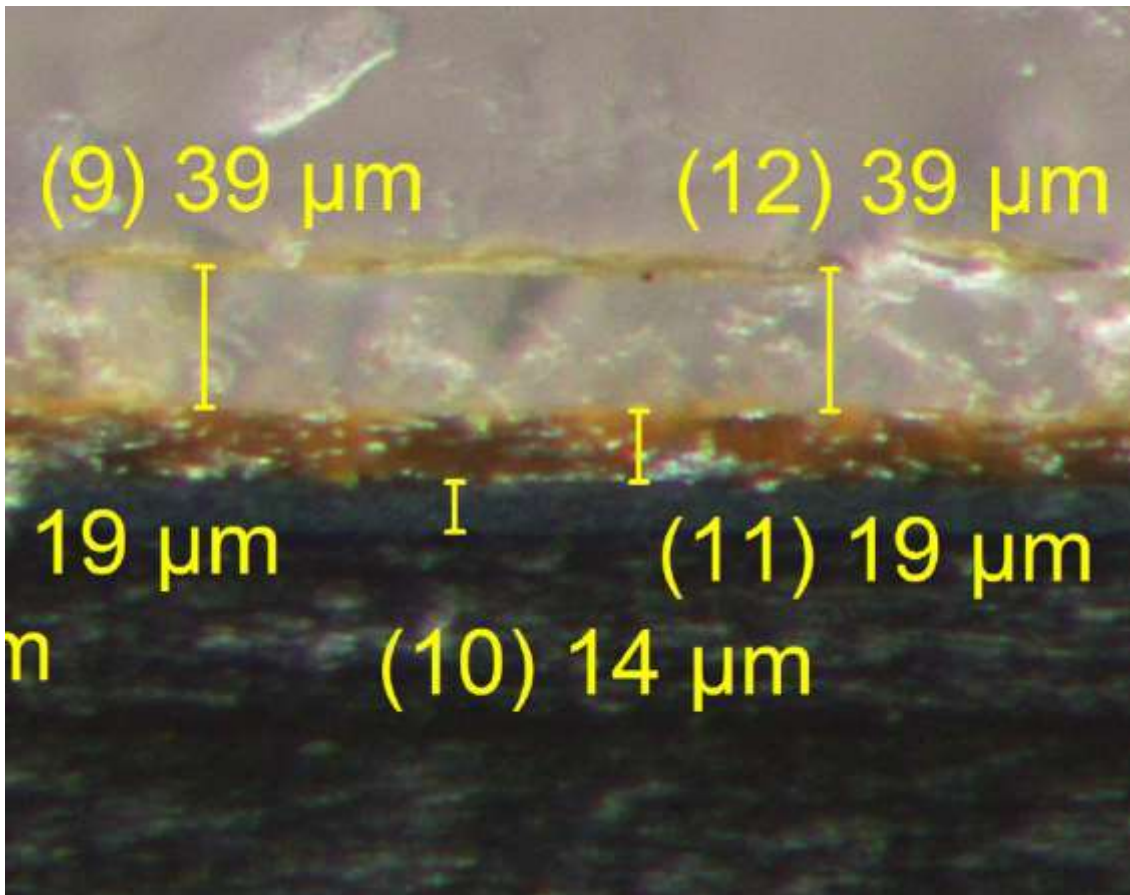
Tel.: +41 (0)41 871 39 88

info@flo-ir.ch

www.flo-ir.ch



## Zerstörungsfreie Messung der Dicke einer Beschichtung auf Kunststoffen



## Einleitung:

Der Einsatz von Kunststoffen wächst in allen Industriezweigen. Teile aus Kunststoff sind leicht, nicht korrosionsanfällig, lassen sich beliebig formen, konstruktiv stabil ausbilden und können gar direkt nach der Formgebung ohne mechanische Bearbeitung eingesetzt werden. All diese Vorteile machen, neben dem geringen Preis, Kunststoffe wirtschaftlich interessant. Sie verdrängen Bauteile, die bisher aus Metall geformt und galvanisiert wurden wie Türgriffe, Stossdämpfer, Leuchten oder Zierleisten und vieles mehr. Die Schwachstelle der Kunststoffe ist die Oberfläche, welche empfindlich auf Abrieb, Verwitterung oder auf verschiedene Chemikalien reagiert. Die Oberflächen können bei der kleinsten Berührung beschädigt oder verkratzt werden und sie verlieren ihren ursprünglichen Glanz schon nach kurzer Zeit, weshalb Kunststoffe mit verschiedenen Lacksystemen beschichtet werden.

Die Tabelle unten zeigt eine Übersicht der Schichtsysteme, die heute berührungslos und mit höchster Präzision vermessen werden. Sind metallische Schichten im Einsatz oder müssen nicht transparente Beschichtungen vermessen werden, ergänzen wir unsere Schichtdicken-Messsysteme mit andern Sensoren. Mit Hilfe der heute verfügbaren Verfahren können alle bestehenden und auch die neuen Schichtsysteme zuverlässig vermessen werden.

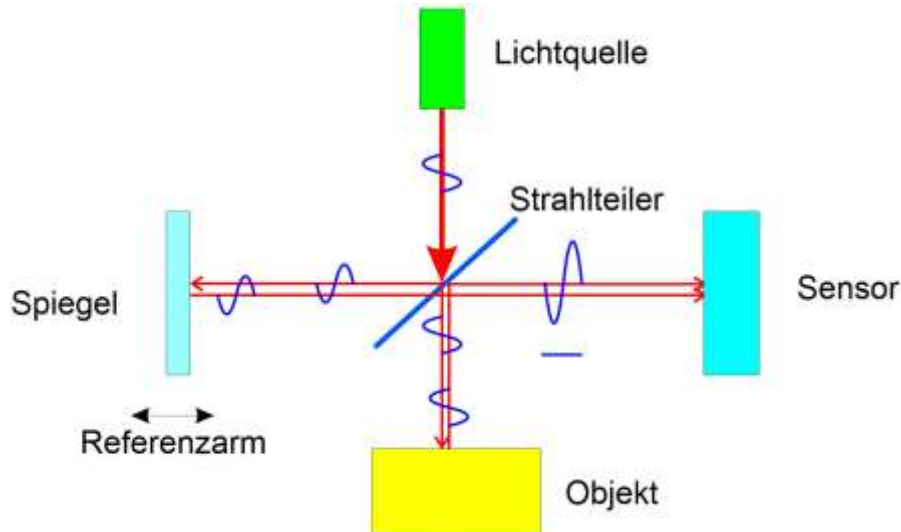
Schichtbezeichnung	Zusammensetzung	Farbe	Dicke in µm		Partikel			Bindemittel, Einbettmasse		
			von	bis						
Norm-Schichtaufbau	Primer	Grau	7	15	deckend	streuend		2K Polyurethan		
		weiss		20	deckend	streuend				
	Basislack	Alle Farben	10	40	deckend	streuend		Polyacrylat, Polyurethan	Melaminharz, Polyester	Evtl. Andere
	Klarlack	transmittiv	25	60	nicht deckend, keine Partikel	2K Polyurethan				
Metallic-Schicht	Primer	Grau	7	15	deckend	streuend		2K Polyurethan		
		weiss	bis	20	deckend	streuend				
	Basislack	Alle Farben	10	40	deckend	streuend	reflektierende plättchenförmige Partikel	Polyacrylat, Polyurethan,	Melaminharz, Polyester	Evtl. Andere
	Klarlack	transmittiv	25	60	nicht deckend, keine Partikel					
Perleffekt-Schicht	Primer	Grau	7	15	deckend	streuend		2K Polyurethan		
		weiss								
	Basislack	weiss	10	20	deckend	streuend		Polyacrylat, Polyurethan	Melaminharz, Polyester	Evtl. Andere
	Perlack		5	10	semitransparent, streuend, reflektierend, interferierend	Plättchenförmige Pigmente				
	Klarlack	transmittiv	25	60	nicht deckend, keine Partikel			2K Polyurethan		

## Wir messen die Dicke von:

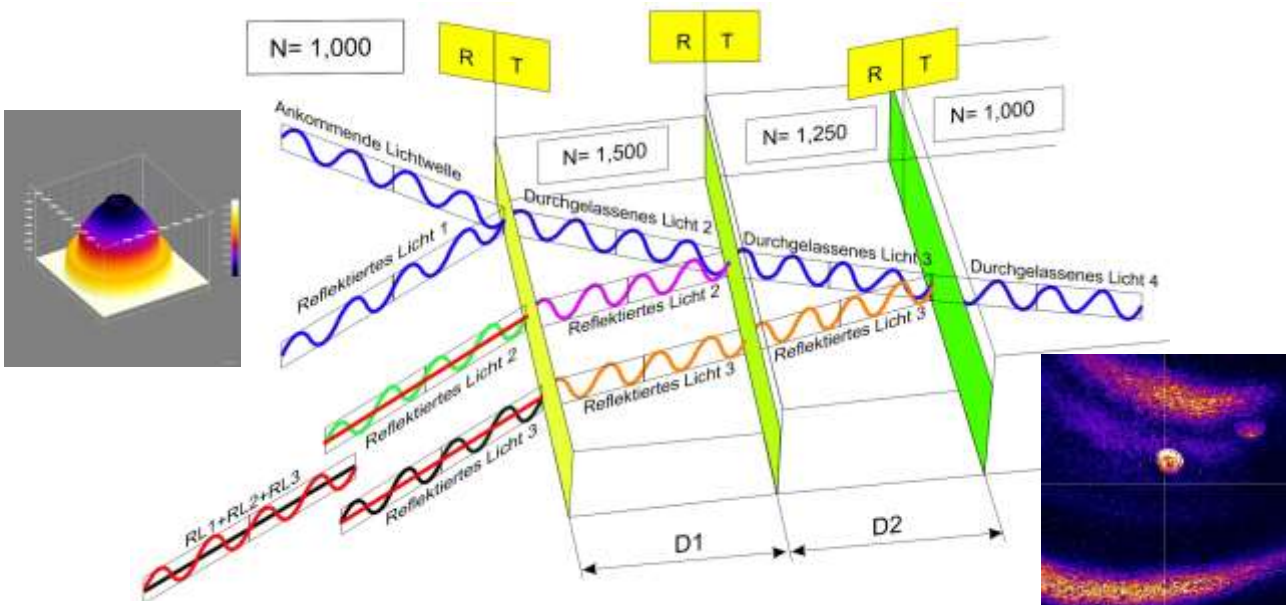
- Abrieb- und kratzfesten Beschichtungen
- chemisch beständigen Beschichtungen
- antistatischen Beschichtungen
- farbgebenden Schichten
- reflektiven Beschichtungen

## Grundprinzip:

Unsere Schichtdicken-Messsysteme basieren auf einem bis heute einzigartigen Michelson Interferometer-Array. Das Michelson Interferometer erlaubt die Flugzeit von Photonen zu messen woraus schlussendlich auf eine geometrische Grösse (Weg) geschlossen werden kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Interferometern arbeiten wir mit einem ASP Array, (Aktives Sensor Pixel Array) das aus 300 x 300 Bildelementen besteht. Auf dem ASP Array ist jeder Bildpunkt mit einer eigenen Linse ausgerüstet. Zudem ist die Signalvorverarbeitung direkt auf der Chipebene implementiert.



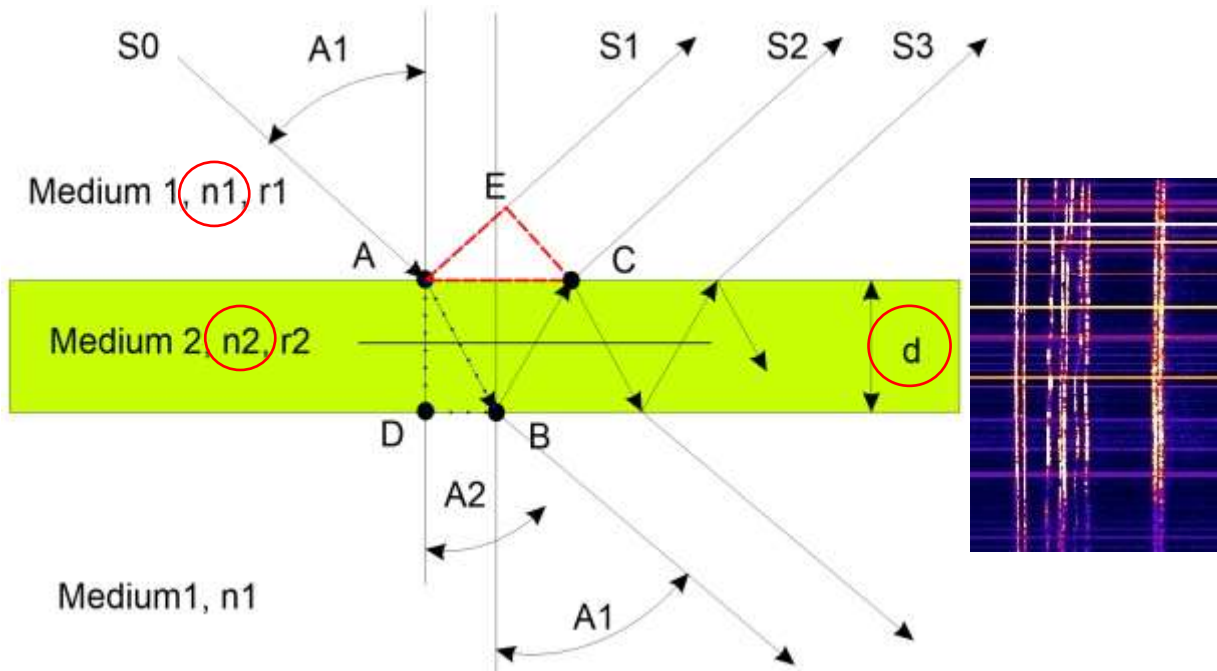
Von der Lichtquelle wird eine monochrome Lichtfront ausgesendet. Die Lichtfront gelangt auf den Strahlteiler, von dem eine Hälfte auf einen Spiegel, die andere Hälfte auf das Objekt gelenkt wird. Am Spiegel wird die Lichtwelle vollständig um  $\pi$  gedreht und wieder zum Strahlteiler zurück reflektiert. Der Teil des Lichts, der auf das Objekt gelangt, wird dort reflektiert, absorbiert und durchgelassen. Setzen wir keine Absorption voraus, genügt es, allein den durchgelassenen Anteil des Lichts festzustellen, weil ja der reflektierte Anteil auch um  $\pi$  gedreht wird.



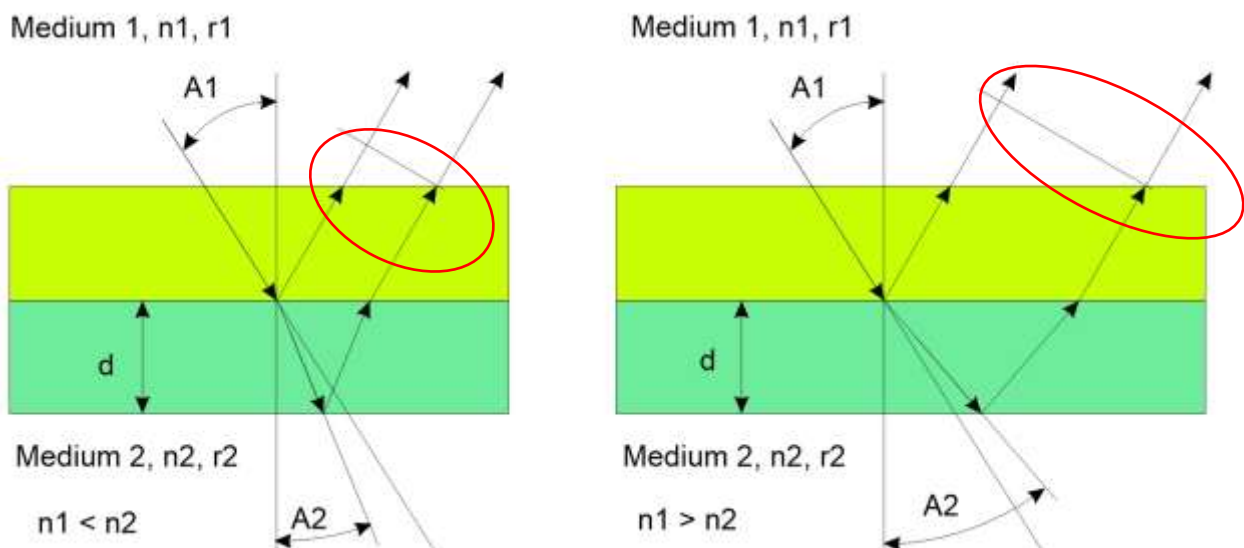
In der Grafik steht R für Reflektion und T für Transmission. Mit N ist der Brechungsindex des Materials bezeichnet und mit D die Schichtdicke.

Die ausgesendete Lichtwelle bleibt in ihrer Frequenz immer erhalten, jedoch ergeben sich zeitliche Unterschiede wie folgt:

- die Lichtfront, die vom Spiegel reflektiert wird und die Lichtfront die von der Oberfläche des Objektes kommt, interferieren am Strahlteiler als Funktion des Objektabstandes.
- Die Lichtfront, die von einer Trennstelle zwischen zwei Schichten zurückgeworfen wird, beeinflusst die von der Objektoberfläche reflektierte Lichtwelle um den Gangunterschied. Dies führt am Strahlteiler zu einer Veränderung der Helligkeit des Interferenzmusters und beinhaltet neben dem Brechungsindex die Dicke der Schicht.



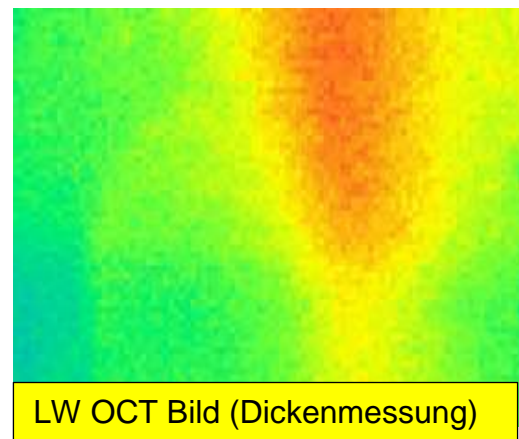
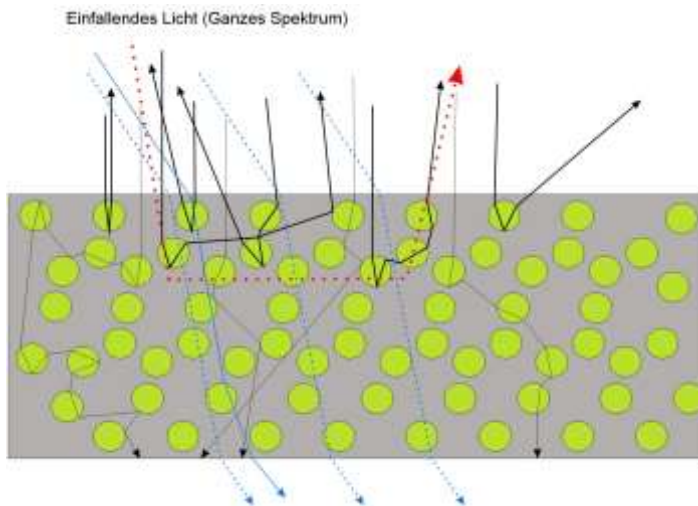
Tatsächlich lassen sich nun relativ einfach die Ortslage der Oberfläche eines Objektes erkennen und aus dem Gangunterschied (Grafik oben, Strecke CE) die Dicken der einzelnen Schichten messen, sofern die Brechungsindizes bekannt sind. Sind die Brechungsindizes nicht bekannt, werden zwei monochrome Lichtquellen eingesetzt um die gesuchte Schichtdicke aus den Signalen zu extrahieren. Die folgende Grafik zeigt gleiche Schichtdicken, jedoch ungleiche Brechungsindizes. Der Gangunterschied ist sehr deutlich.



Der Gangunterschied ist im Gegensatz zur Reflexion, eine periodisch veränderliche Größe und eindeutig eine Funktion der Dicke einer Schicht.

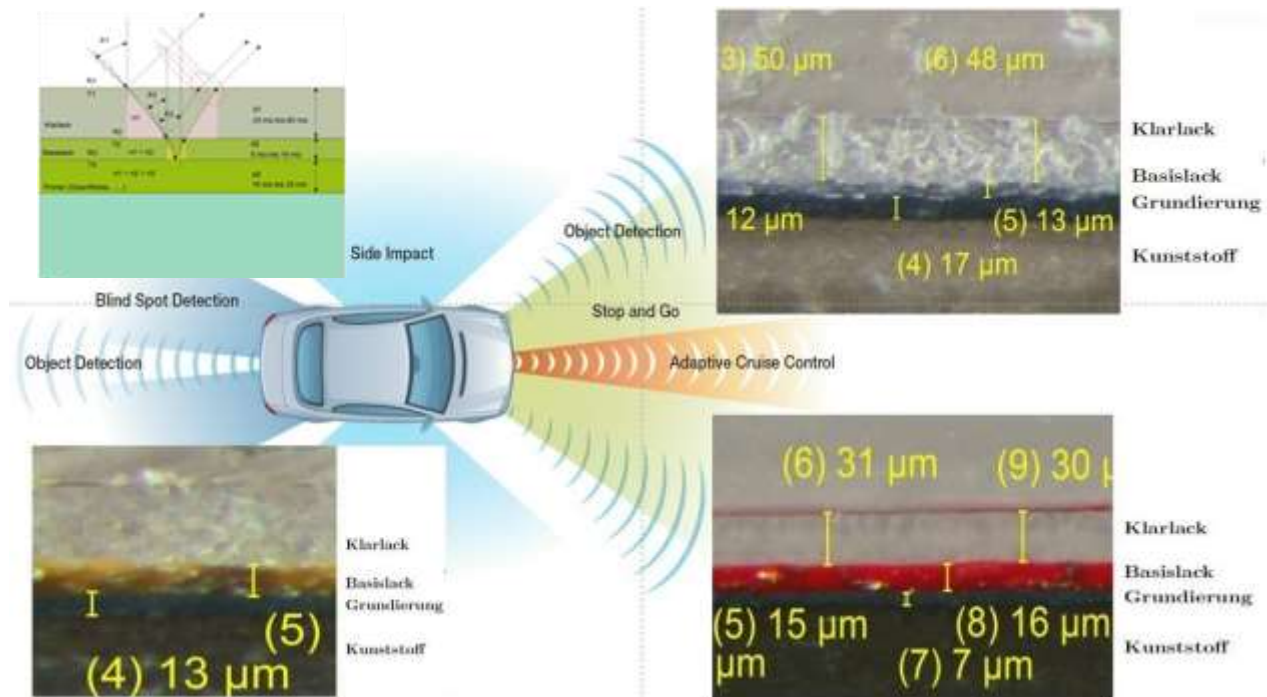
## Was ist wenn die Schichten glitzern oder streuen?

Bei opaken oder streuenden Schichten (Grafik unten links) sind oft Oxide, Pigmente oder andere Partikel in der Schicht eingebettet, die das Licht daran hindern, durchzudringen. Streuen die Partikel, entsteht vom Objekt her keine eindeutige Lichtfront mehr, die gerichtet zum Strahlteiler zurück reflektiert werden kann. Solche Schichten können mit kurzwelligem Licht nicht mehr vermessen werden, es ist langwelligeres Licht notwendig. Unten rechts ist das OCT Bild dargestellt, das den Dickenunterschied in einer Gassperrschicht einer Kaffeekapsel zeigt.

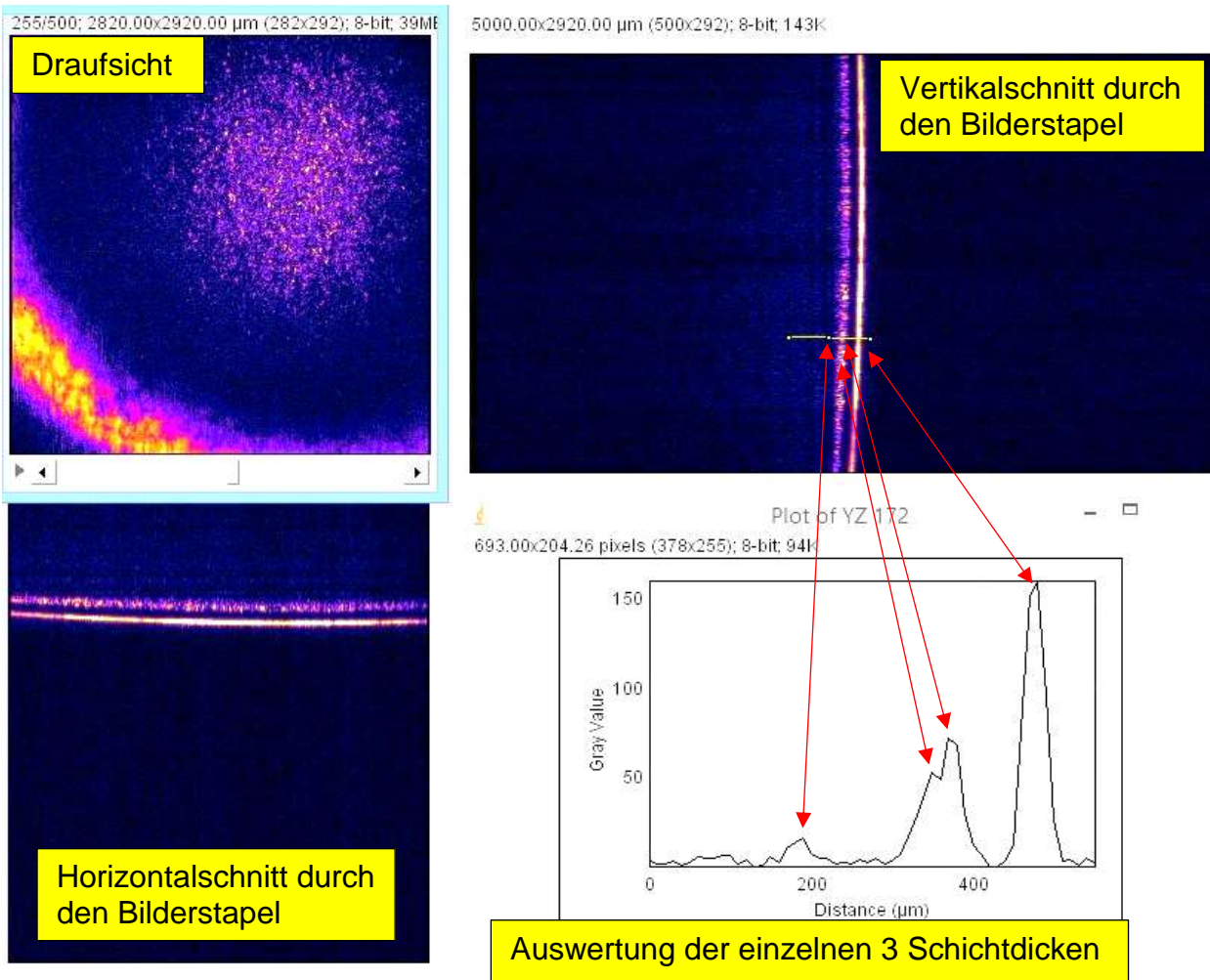


Beim Einsatz von Radarsensoren in Fahrer Assistenzsystemen wirken sich elektrisch aktive Schichten auf die Genauigkeit des gemessenen Signals aus, weshalb eine homogene und definierte Schichtdicke für die Fahrzeugbeschichtung von Interesse sind.

## Bei Fahrer-Assistenz-Systemen wirkt sich die Beschichtung aus!

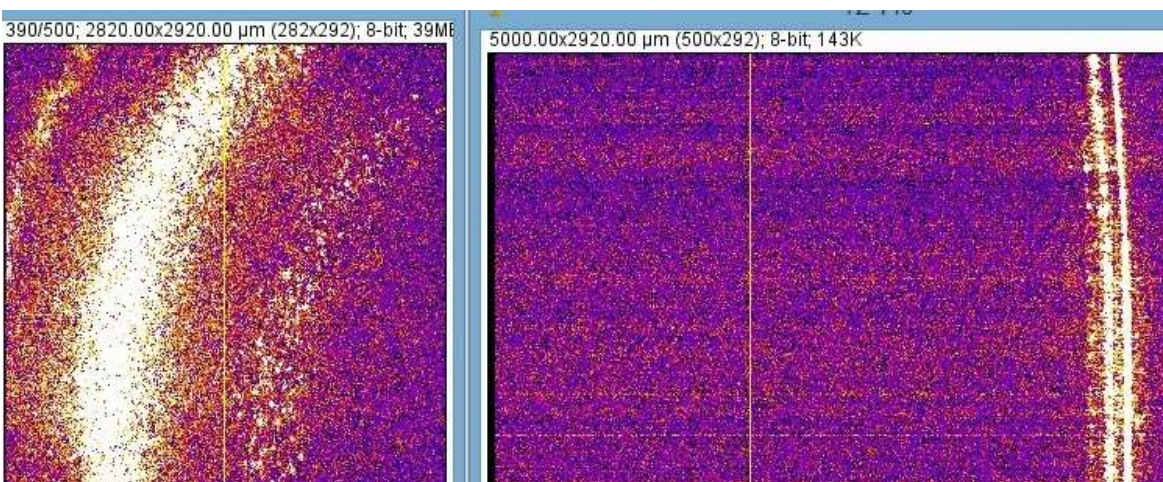


### Beispiel 1 aus der Vermessung beschichteter Kunststoffteile:



### Beispiel 2 aus der Vermessung beschichteter Kunststoffteile:

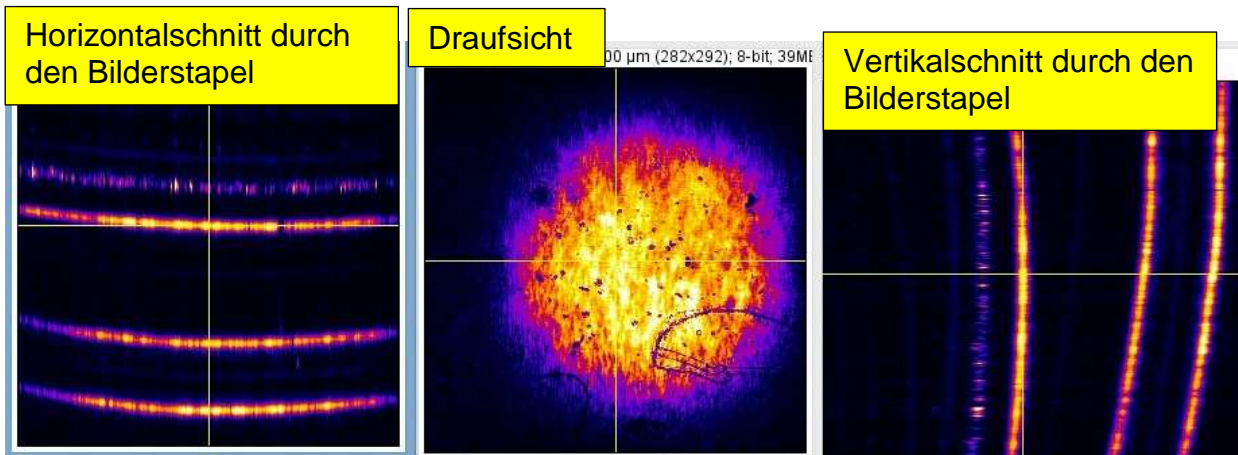
Eine Schicht die glitzert, lässt Licht partiell passieren. Mit dem ASP Array können deshalb bei der gewünschten Ortsauflösung auch die Dicken von Schichtmaterialien gemessen werden, welche mit Perlen oder Reflektoren gefüllt sind.



Mit einem einzigen Lichtpuls erscheinen alle Trennschichten zwischen einzelnen Folien oder Lager einer Beschichtung, weil ein Unterschied im Brechungsindex besteht.

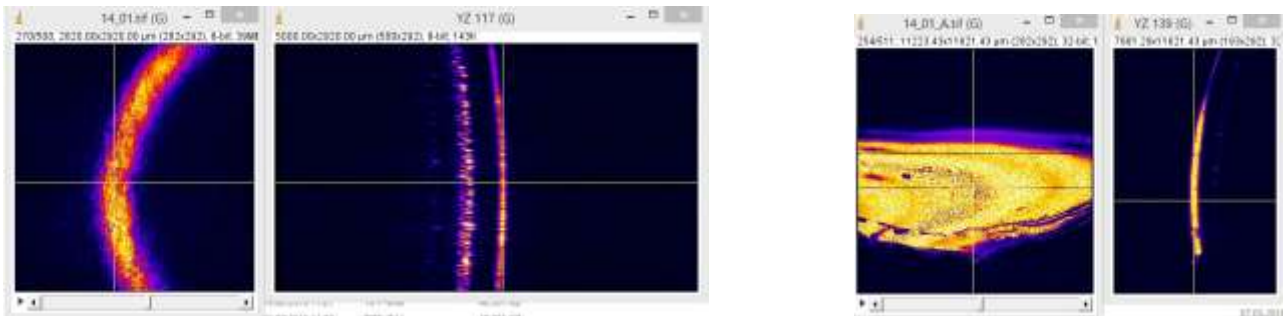
### Beispiel 3 aus der Vermessung beschichteter Kunststoffteile:

Die einzelnen Schichten lassen sich aus den OCT Daten 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.

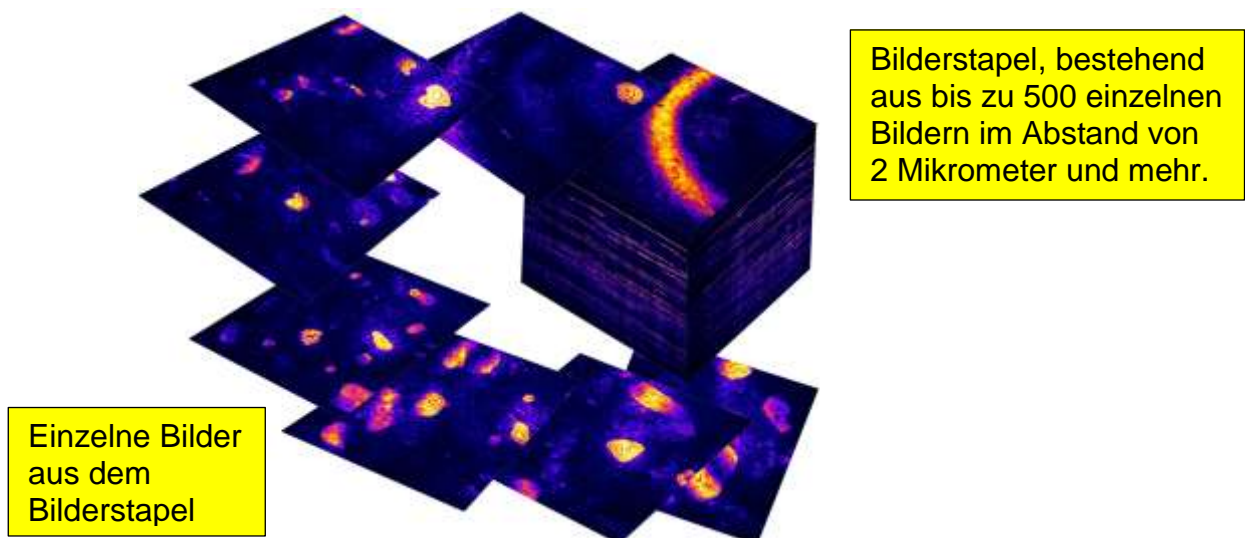


### Beispiel 4 aus der Vermessung beschichteter Kunststoffteile:

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).

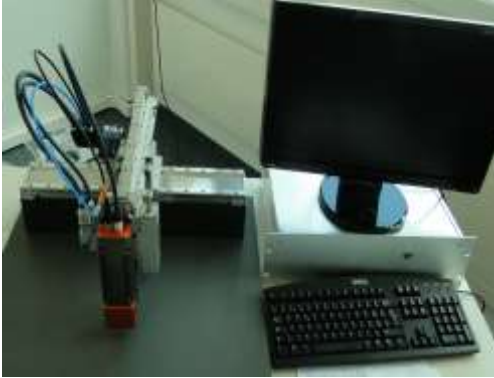


Jedes einzelne Bild aus dem Stapel kann zur Auswertung beigezogen werden. Der Abstand von Bild zu Bild kann zwischen  $<1 \mu\text{m}$  bis höher als 1 mm gewählt werden. Beim OCT-Verfahren ist die z- Achse im Gegensatz zu konventionellen bildgebenden oder konvokalen Verfahren von der lateralen Auflösung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



Bilderstapel, bestehend aus bis zu 500 einzelnen Bildern im Abstand von 2 Mikrometern und mehr.

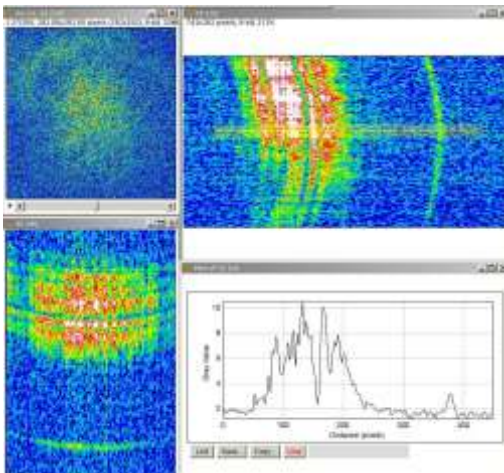
## Optische Kohärenz Tomografie → OCT- Messanlage



### Messkopf

Sensor	SI
CMOS Sensor	300 x 300 Pixel
Dynamik	1 Mio. Bilder pro Sekunde
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 arbeitet berührungslos und mit monochromem Licht als Messwerkzeug.

Bereits heute steht das Verfahren im industriellen Umfeld unter rauen Bedingungen 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.**

### Gut zu wissen:

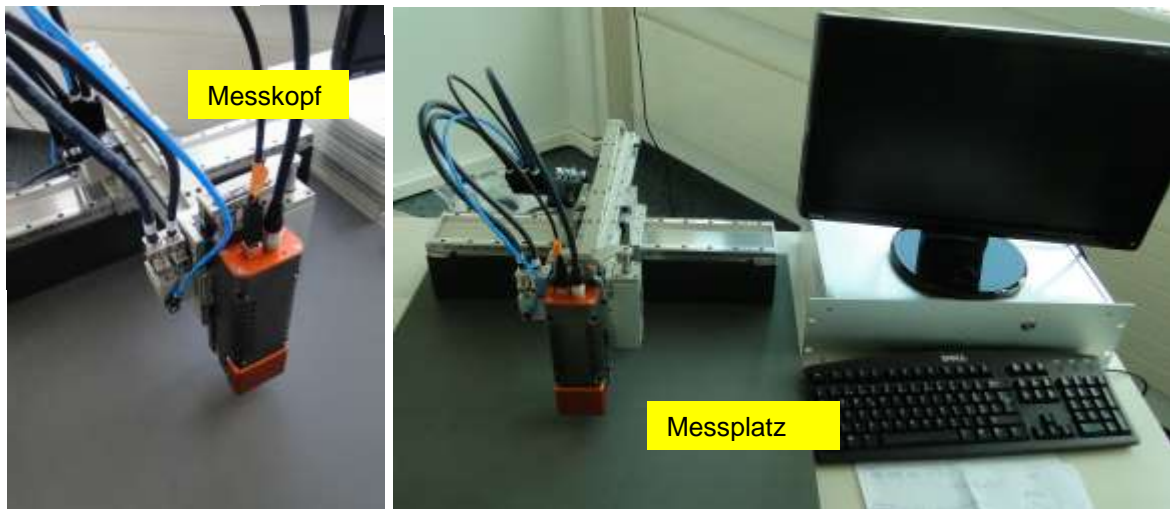
- Wir verfügen über die erforderlichen Kompetenzen und die Gerätschaften zur Lösung verschiedener Aufgabenstellungen.
- Bei der von uns eingesetzten Sensortechnik ist jeder Sensor auf dem Chip mit einer Mikrolinse auch mit der Signal-Vorverarbeitung versehen. Das System erfasst 1 mfps (Million frames per second), was eine neue Dimension im OCT-Verfahren erschliesst.
- Je nach Aufgabenstellung kann der Messabstand mehrere cm betragen!
- Das Produkt kann bewegt oder im Stillstand vermessen werden.
- Die Pulsquelle und der Sensor sind in ihrer Leistung und Frequenz aufeinander abgestimmt.
- Weitere Optimierungen (Kohärenzlänge, Abtastung) können mit vertretbaren Mitteln in unserem Labor mit einem optischen Aufbau ausgeführt werden.

### Labormessplatz:

- Die Pulsquelle liefert die parallele optische Lichtebeine in der notwendigen Leistung.

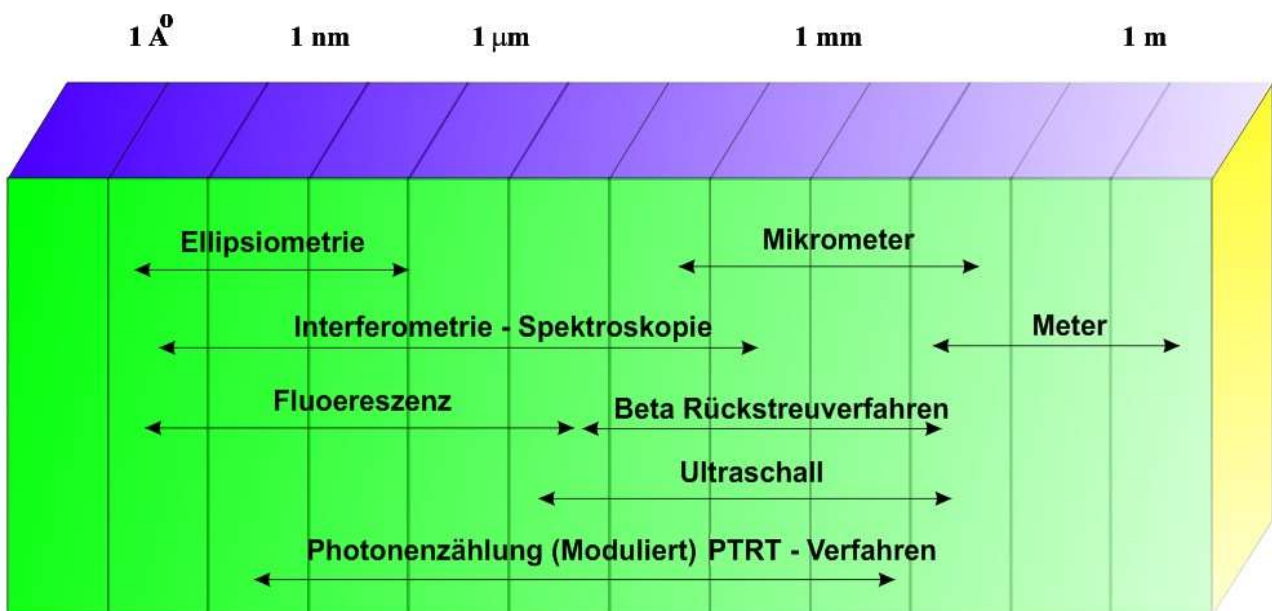


- Die CMOS Spezialkamera erfasst die Signale mit der notwendigen Dynamik und in der gewünschten Auflösung.



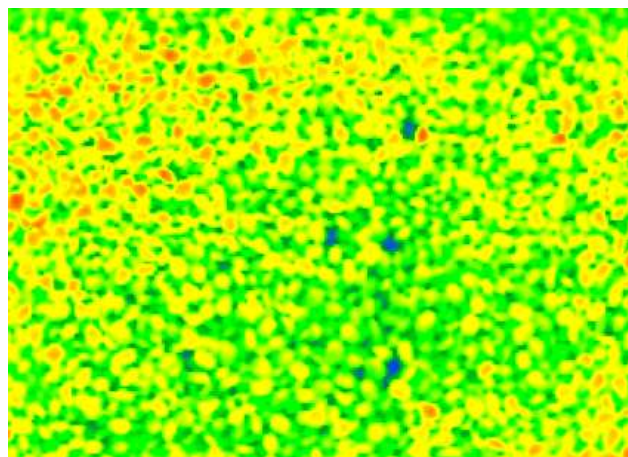
- Das Laborsystem steht für die Verfahrensintegration und für Testmessungen zur Verfügung.
- Die Aufwendungen welche für die Integration des Verfahrens auflaufen, sind vertretbar gering, weil das Messkonzept als solches getestet ist und sich im industriellen Umfeld bewährt hat.
- Exklusive Ausführungen für definierte Anwendungsfälle sind möglich, erfordern aber ein neues Design des Messkopfes und eventuell des Sensorchips.

### 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 oder erkennen Sie ein Haar in einer Siegelnaht?



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

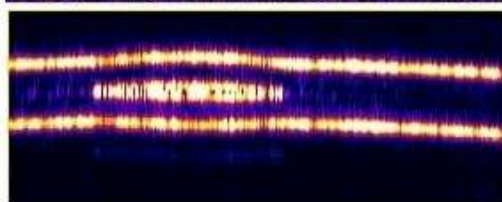
Sie können bei uns Anlagen auch für eigene Testzwecke nutzen. Wir bieten Ihnen Kompetenz in der Photonenmesstechnik und Erfahrung mit modernster Technologie. Übrigens spielt es beim der OCT- Verfahren keine Rolle ob Siegenzonen kontrolliert- Löcher gesucht oder Schichtdicken gemessen werden. Die Messeinrichtung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



Bild oben: Mikroloch in einem Nahrungsmittelbeutel.

Bild Mitte: Loslösung zwischen zwei Folien.

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

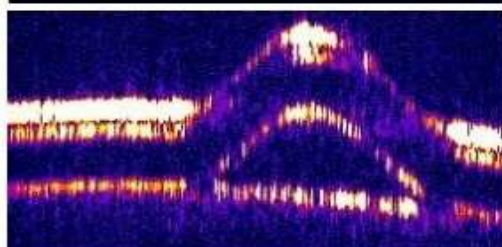


→ Bei Verpackungsfolien (PET) werden Fehlergrößen zwischen 150 und 500  $\mu\text{m}$  vollflächig erkannt.

→ Bei technischen Folien ist man bestrebt, Fehler der Grösse von 50 bis 200  $\mu\text{m}$  noch sicher zu finden.

→ Bei Oberflächenschutzfolien sind Fehlergrößen von 60  $\mu\text{m}$  bis 160  $\mu\text{m}$  noch relevant.

→ Bei Folien mit definierten Eigenschaften sind die gesuchten Fehlergrößen oftmals zwischen 25  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ .



Weitere Informationen finden Sie auf unserer Webseite [www.flo-ir.ch](http://www.flo-ir.ch).

Bericht Kunststoffbeschichtung\_01\_kor\_ih.docx