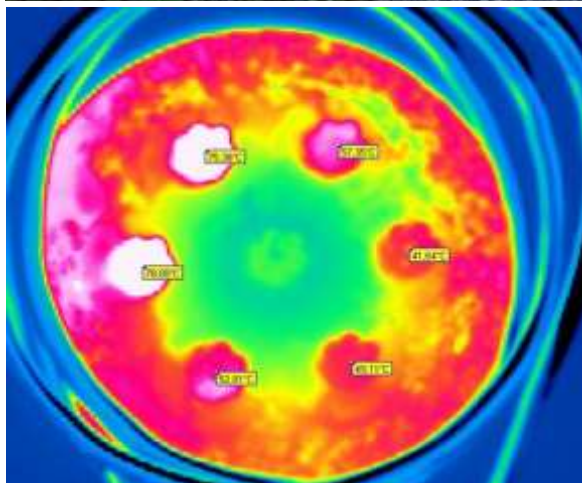
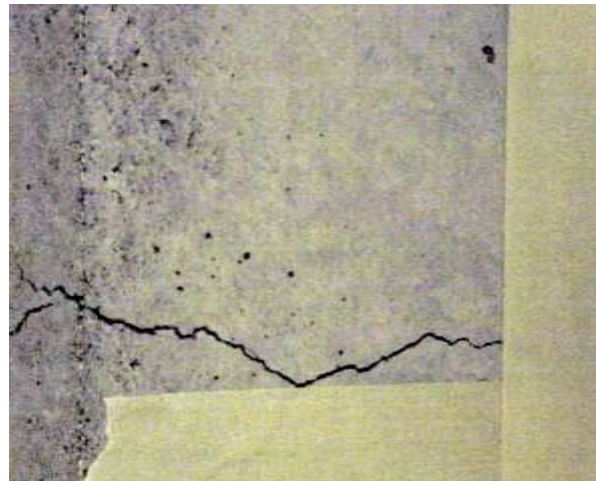


Beschichtungen im Bauwesen

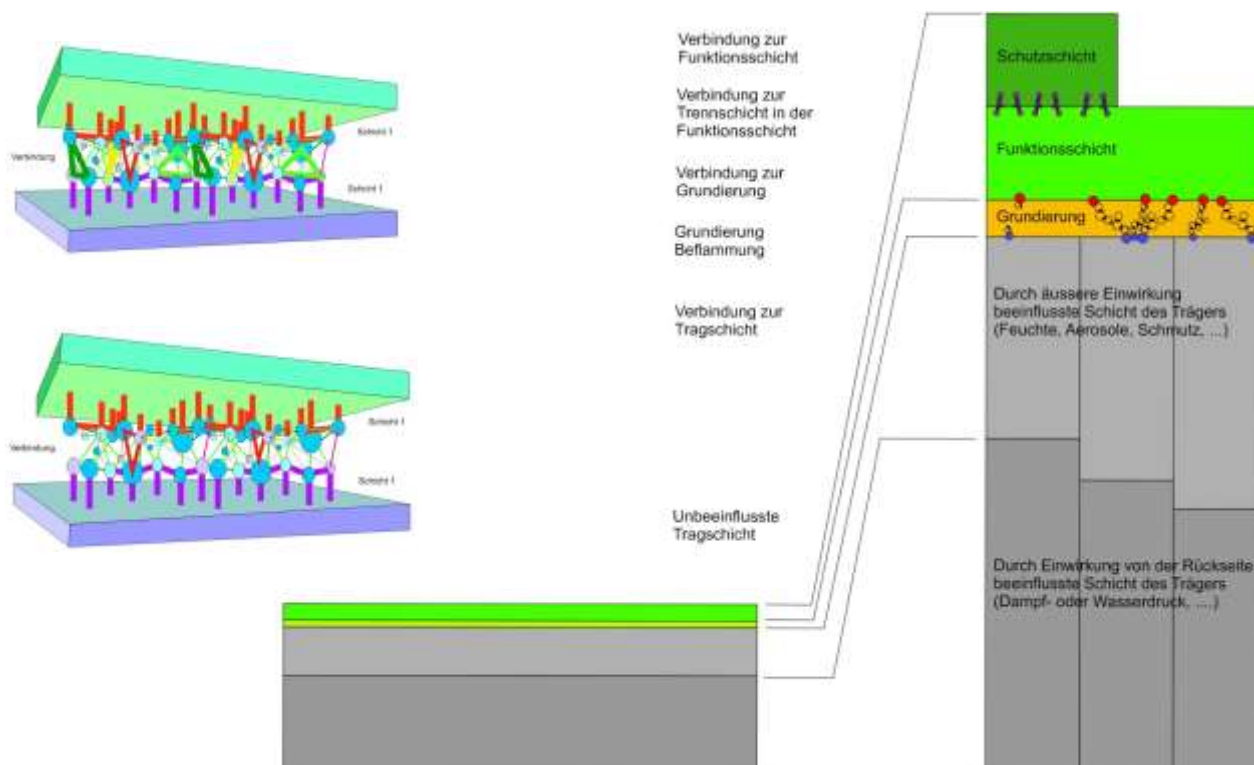
Nur die „richtige Dicke“ einer Beschichtung auf Bauteilen aus Beton, Stein, Glas, Ton oder Holz bietet den erwünschten Schutz und gewährleistet eine langfristige Werterhaltung.



Eine Riss respektive eine nicht einwandfrei haftende Beschichtung auf Kunststoff- Glas- Stein- Holz oder Betonoberflächen ist immer wieder Ursache von Schäden die zur Ermittlung der Verantwortlichkeit eine reproduzierbare und wenn möglich zerstörungsfreie Technologie erforderlich macht. Im vorliegenden Bericht sind verschiedene Verfahren, die im Markt angewendet werden, beschrieben und an Beispielen aus der Praxis erläutert.

Beschichtungen

Jede Beschichtung ist nur so gut, wie der schwächste Bereich. Entscheidend ist in der Regel eine „solide Basis“, also eine sorgfältige Vorbereitung des Untergrundes. Eine Grundierung muss zum Untergrund (Beton, Holz, Glas, Stein, Kunststoff) und zur Beschichtung (Abriebfestigkeit, Schutz gegen Schmutz, Öl, Wasser) passen und soll die geplante Wirkung (Flexibilität, Dichtheit, Härte, Ästhetik) in der ganzen Nutzungsdauer erfüllen. Die Grundierung bei rückseitiger Feuchtebelastung, bei Ölkontamination oder andern Einflüssen wird so abgestimmt, dass angrenzende Schichten auf einem „homogenen“ Haftgrund aufgebaut werden können.



- Funktionsschicht:** Sie gewährleistet, dass die geplante Funktion in der gewünschten Qualität über die vorgesehene Nutzungsdauer gewährleistet wird. Die Funktionsschicht ist oft in mehreren Schichten aufgebaut, weil dies zur Erreichung einer optimalen Schutzfunktion notwendig ist.
- Grundierung:** Die Grundierung hat die Aufgabe, das Beschichtungsmaterial und den Träger miteinander zu verbinden. Sie muss über die ganze Bodenfläche gleichmässig, nicht zu dick, aber auch nicht zu dünn, verteilt sein, was bei verschiedenartigen Untergründen oft ein Problem darstellt, weil z.B. die zu beschichtenden Oberflächen unterschiedliches Saugverhalten haben und deshalb Schichtmaterial Poren verstopft.
- Tragschicht:** Sie ist die Oberfläche des zu schützenden Bauteils bei dem die äussere Schicht durch Feuchte, Aerosole oder Schmutz kontaminiert sein kann. In Zusammenhang mit der Haftung einer Beschichtung ist auch der Einwirkung von der Innenseite eines Bauwerks (Chemischer Druck, Dampf-, Wasser- oder Bergdruck) Rechnung zu tragen.

Beschichtungen und Versiegelungen sind so vielseitig wie die Anforderungen, die daran gestellt sind. Bei der Instandsetzung zerstörter oder defekter Flächen die beschichtet sind, bei veränderten Nutzungsbedingungen oder beim Neubau müssen Beschichtungen mechanischen Einwirkungen (Schlag, Punkt, Flächen, Abriebbelastungen) widerstehen, chemischen Belastungen durch Öl, Treibstoff, Reinigungsmittel, Salze, Säure oder Laugen standhalten und einen hohen Nutzen mit einfacher Verarbeitung und einem Höchstmass an Umweltverträglichkeit gewährleisten.

Normungsbedarf zur Qualitätssicherung

Technische Richtlinien, Standards und Normen leisten einen wichtigen Beitrag zum freien Verkehr mit Industriewaren, denn sie ermöglichen Vertragssicherheit und geregelte Lieferbedingungen. Die Internationalisierung des Wirtschaftslebens hat dementsprechend längst auch das Normungswesen erfaßt, und weltweit gültige Regelungen beseitigen Handelshemmnisse und fördern den grenzüberschreitenden Güteraustausch. Die Basis zur Normung bilden Freiwilligkeit, Beteiligung aller interessierten Kreise, Konsens sowie Ausrichtung am Stand der Technik und an den wirtschaftlichen Gegebenheiten. Oft bilden betriebseigene Standards, also Regeln zur internen Qualitätssicherung insbesondere marktführender Unternehmen, den Anfang. Werden diese dann in Form von Richtlinien durch Interessenverbände vereinheitlicht, werden sie meist schon weithin akzeptiert und können, wie auch bereits betriebsinterne Standards, Grundlagen für spätere Vornormen und Normen sein.

Besonders bedeutsam für die Qualitätssicherung sind die Normen der Reihe ISO 9000 zur Beurteilung innerbetrieblicher Managementsysteme sowie der Reihe DIN EN 45000, welche die technische Kompetenz von Prüflaboratorien und Zertifizierungsstellen fixieren. Sofern eine Einrichtung diesen Anforderungen genügt, werden ihre Prüfungen und Zertifizierungen von Produkten weltweit anerkannt und müssen nicht jeweils auf nationaler Ebene wiederholt werden.

Beispiele aus anderen oberflächentechnologischen Branchen wie der Galvanotechnik belegen, dass Werkstoff-, Verfahrens-, Konstruktions- und Bauelemente-Normen sowie genormte Prüfverfahren die Akzeptanz neuer Beschichtungsverfahren und damit beschichteter Komponenten in der Industrie fördern. Deshalb muss es ein Ziel sein, Komponenten künftig mittels Dünnschichttechnik unter zertifizierten Bedingungen zu produzieren und die Produkte von akkreditierten Prüfstellen bewerten oder überprüfen zu lassen.

Qualitätskontrollen sichern jedem Systemgeber ein Höchstmass an Produktqualität und eine maximale Sicherheit mit dem Ziel, Konformität zu existierenden Zertifizierungsmodulen herzustellen.

Beschichtungssysteme

Dünne Schichten ermöglichen die Kreation völlig neuer Oberflächeneigenschaften. Wie eingangs bereits erwähnt, ist die Verbindung zwischen der Struktur, Morphologie und Materialeigenschaft unerlässlich für die Optimierung des Materialdesigns einer Schicht. Unsere Geräte zur Messung der Schichtdicke sind geeignet zur Vermessung und zur Analyse von Schichtsystemen, die aus mehrerer Lagen bestehen. Wir nutzen verschiedene physikalische Eigenschaften als Grundlage der Messverfahren und erreichen eine hohe Tiefenauflösung. Durch die Bildgebung und die Tomografie lösen wir die einzelnen Schichten in einem Schichtsystem in der Tiefe eindeutig und mikrometergenau auf.

Die Instrumente von SwissQuali nutzen bildgebenden Verfahren um aus den erfassten Signalen Karten der Schichtdicken und der Schichtdickenverteilungen flächenmässig sichtbar zu machen.

Mögliche Messkriterien

Technisch wichtige Kriterien von Schichtsystemen sind deren Haftung auf dem Grundkörper, die Dicke, die chemische Zusammensetzung, innere Materialstruktur, das Gefüge, Textur, Härte, Verformbarkeit, Rauheit der Oberfläche oder auch optische Merkmale wie Farbe, Glanz Brechungsindex, aber auch elektrische und thermische Leitfähigkeit, dielektrische und magnetische Charakteristiken, die Alterung und Stabilität von Grenzflächen oder die Temperaturbeständigkeit. Nur selten hängt ein Schichtsystem von einem einzelnen Parameter ab. Während es bei der Entspiegelung von Brillenglas vor allem auf die optischen Eigenschaften der Schicht ankommt, sind in der Informationstechnik eher elektrische und magnetische Eigenschaften wichtig. Hartstoffschichten für den Verschleißschutz müssen mechanische Qualitäten haben oder ein Produkt muss dekorative Aspekte möglichst lange behalten um einen hohen Gebrauchswert zu erzielen. Obwohl viele Prüfvorschläge existieren, sind Aktivitäten zu deren Normierung erst am Anlaufen.

Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung

Um die Dicke einer Schicht während des Beschichtens zu bestimmen, läßt man das Material außer auf dem Substrat oft auch auf einem Schwingquarz abscheiden, weil die Massenänderung eine Veränderung der Schwingungsfrequenz bewirkt. Verwendet man Licht als Messwerkzeug, kann man die Filmdicke aufgrund der optischen Eigenschaft messen. Optische Verfahren sind bei dicken oder opaken Schichten nicht anwendbar. Zur Vermessung dickerer oder nicht opaker Schichten sind ThZ Wellen erforderlich. Andere zerstörungsfreie Verfahren wie die Wirbelstrom-Induktion oder magnetinduktive Prüfungen können zwar mit tragbaren Geräten durchgeführt werden, ihre Meßgrenze liegt aber bei Dicken von einigen Mikrometern, so daß sie für dünne Filme nur in Ausnahmefällen einsetzbar sind. Als zerstörendes Verfahren wird der Kalottenschliff noch immer angewendet, weil er relativ günstig ist. Beim Kalottenschliff wird mit einer Stahlkugel von z.B. 50 mm Durchmesser mit einer Diamantsuspension eine kleine Mulde in die Oberfläche des beschichteten Teils geschliffen. Unter dem Lichtmikroskop wird in der Folge aus den sichtbaren Konturen die Dicken der einzelnen Schichten im Schichtsystem bestimmt.

Haftfestigkeit

Für die meisten Anwendungen ist die Haftung einer Schicht auf dem Grundwerkstoff ein entscheidendes Qualitätskriterium, das aber bisher lediglich durch zerstörendes Ablösen der Schicht und Messen der dafür aufgewendeten Kraft zu ermitteln ist. Zwar gibt es eine Vielzahl von Verfahren wie Schäl-, Scher- und Abziehtests; sie lassen aber oft nur qualitative Aussagen zu und sind für Hartstoffschichten wie die aus dem weitverbreiteten goldfarbenen Titanitrid ungeeignet. Will man diese harte und spröde Schicht abspalten, wird auch ein Teil des Grundmaterials abgelöst.

In der Praxis nutzt man den Rockwell-Test, bei dem man – wie bei der Härteprüfung – einen Diamantkegel unter definierter Last in die spröde Schicht eindrückt. Diese bricht und platzt wie eine Eierschale vom Grundkörper. Hält die Beschichtung schlecht, ist die somit freigelegte Fläche groß, während man bei guter Haftung nur die Bruchkante als etwa kreisförmige Begrenzung der Eindrucksfläche sieht. Beim Ritztest wird eine Diamantspitze mit etwa 0,2 Millimeter Krümmungsradius mit steigender Last über die Oberfläche der Probe gezogen, bis die aufgebrachte Schicht bei einem kritischen Wert ausbricht. Den Ausbruch beobachtet man mit einem Schallaufnehmer. In der Praxis beobachtet man sehr unterschiedliche Versagensformen. Eine Verschleißschicht auf Stahl reagiert anders auf den Ritztest als eine auf Kunststoff. Nicht zuletzt wird die Haltbarkeit einer Schicht auf einem Träger auch von Spannungen im Materialinnern beeinflusst.

Rauheit, Topographie und Wachstumsstruktur

Zur Rauheitsmessung mit mechanischen Tastern gibt es seit langem detaillierte Normen. Es wäre wohl nicht sinnvoll, weitere speziell für dünne Schichten zu entwickeln – mit Ausnahme solcher für ultra-glatte Oberflächen, wie sie etwa Magnetplatten jüngster Generation aufweisen. Beschichtungsfehler und die innere Struktur beeinflussen das Schichtverhalten. Man untersucht das Verhalten mit Lichtmikroskopen oder mit der optischen Tomografie oder mit der Rasterelektronenmikroskopie.

Härtemessung

Bei Schichten für den Verschleisschutz ist außer der Haftfestigkeit selbstverständlich die Härte von Bedeutung. Die zu ihrer Messung konventionell häufig verwendeten Verfahren sind jedoch wegen der geringen Schichtdicken problematisch: Man drückt eine Diamantpyramide unter bestimmter Last senkrecht auf das eingespannte Werkstück und mißt mikroskopisch die Diagonalenlänge des Eindrucks als Maß für die Härte. Bei dünnen Schichten ist aber mit extrem niedrigen Lasten zu arbeiten, um einen Einfluß des oft weicheren Grundkörpers auszuschließen; die Eindringtiefe soll nach einer Faustregel nicht mehr als zehn Prozent der Schichtdicke betragen. Die Meßstreuungen betragen, wenn die Grenze der optischen Auflösung erreicht ist, 50 bis 100 Prozent.

In den letzten Jahren hat deshalb die Universalhärtemessung Bedeutung erlangt, bei der man die Eindringtiefe eines Diamantindentors während des Vorgangs als Funktion der Kraft auf die Prüffläche registriert. Gemessen wird in die Tiefe sowohl bei steigender als auch bei abnehmender Last, so daß elastische und plastische Verformung der Schicht getrennt zu erfassen sind. Die Tiefenauflösung des Meßprofils beträgt je nach Verfahren zwei bis

zwanzig Nanometer. Zudem schließt dieses Meßprinzip Einflüsse des Beobachters aus, nur die Auswahl der Meßstelle bleibt subjektiv.

Chemische Zusammensetzung

Um die molekulare oder die elementare Zusammensetzung von Werkstoffoberflächen beziehungsweise dünnen Schichten zu bestimmen, gibt es eine Reihe chemischer und physikalischer Verfahren. Eine Analyse sollte möglichst zerstörungsfrei, in kleinsten Bereichen, kostengünstig und in kurzer Zeit durchführbar sein.

Mit physikalischen Verfahren untersucht man Probenoberflächen spektrographisch, wobei auch Tiefenprofile aufgenommen werden können, sodass Gradienten- und Mehrlagenschichten wie auch der Übergangsbereich von Schicht und Grundwerkstoff vermessen werden können.

Optische Glimmentladungsspektroskopie. Ein Plasma löst Oberflächenatome aus und regt sie zur charakteristischen Lichtaussendung an.

Sekundärneutralteilchen- und Sekundärionen-Massenspektrometrie. Ionenbeschuß schlägt die entsprechenden Teilchen aus der Schicht heraus, die dann sortiert und nachgewiesen werden.

Energiedispersive Röntgenanalyse. Unter Elektronenbeschuß werden Atome angeregt, elementtypische Röntgenphotonen auszusenden; im Unterschied zu den anderen Verfahren liefert dieses nur Mittelwerte über große Tiefen. Zwar erlaubt das Verfahren nur erheblich geringere örtliche Auflösung, doch steht es als Zusatz zu einem Rastermikroskop vielen Anwendern zur Verfügung und hat deshalb große Bedeutung.

Auger-Elektronen-Spektroskopie. Durch Elektronenbeschuß werden Atome angeregt, die ihre überschüssige Energie dann unter anderem als Auger-Elektronen charakteristischer Energie aussenden (dieser Effekt ist nach dem französischen Physiker Pierre-Victor Auger benannt, der ihn 1925 entdeckte).

Photoelektronen-Spektroskopie. Durch Röntgenbestrahlung werden Atome und Moleküle angeregt, die dann beim folgenden Abregen in element-charakteristischer Weise unter anderem sogenannte Photoelektronen aussenden (Photoeffekt).

Korrosions- und Verschleißbeständigkeit

Mechanische Oberflächenschädigungen untersucht man mit Tribometer genannten Prüfsystemen, die reale Beanspruchungen möglichst gut simulieren (Verschleiß, Reibung und Schmierung gegeneinander bewegter Körper sind Gegenstände der Tribologie, der Wissenschaft von der mechanischen Wechselwirkung von Oberflächen). Allerdings sind Ergebnisse von Modellversuchen mit Prüfkörpern einfacher Geometrie nur bedingt auf die Praxis übertragbar.

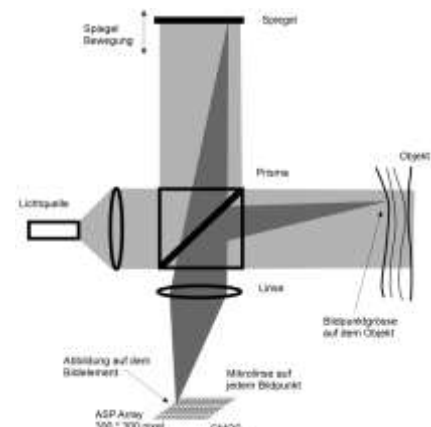
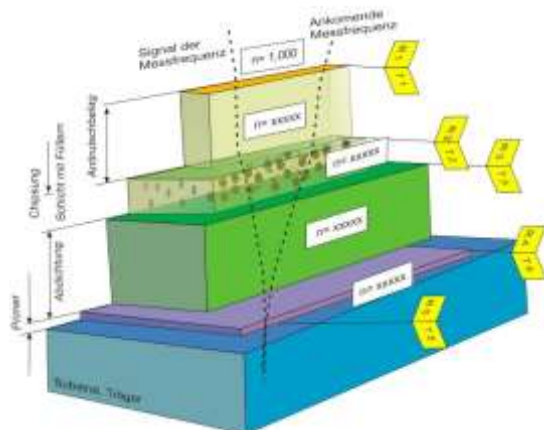
Verschleißschutzschichten analysiert man meist mit dem Stift-Scheibe-Test. Der scheibenförmige Prüfkörper wird unter einem belasteten Prüfstift gedreht; man kann sowohl ein unbekanntes Schichtmaterial mit bekanntem Prüfstift testen als auch umgekehrt. Sonst gibt es nur wenige genormte Verfahren für spezielle Prüfungen wie die von optischen oder

dekorativen Schichten. Für alle gilt, daß vergleichende Aussagen über unterschiedlich beschichtete Proben nur für die jeweilige spezielle Beanspruchung gelten. Schon die Änderung eines Testparameters wie Druck oder Relativgeschwindigkeit kann völlig andere Wertungen ergeben.

Zur Prüfung der Korrosionsbeständigkeit existieren nur wenige für dünne Schichten spezifische Normen, die vor allem für dekorative Hartstoffschichten von Uhrenkomponenten und für optische Schichten entwickelt wurden. Außerdem nutzt man einige Klimaprüfungen, die beispielsweise bei galvanotechnisch aufgetragenen Überzügen angewendet werden, auch für PVD- oder CVD-beschichtete Bauteile.

Kurzbeschreibung zur optischen Tomografie

Die optische Tomografie ist eine Methode, die mit „Licht“ arbeitet mit der man die Dicke einer Beschichtung auf fast allen Trägern mikrometergenau vermessen kann. Ein Messkopf besteht aus dem Sensor und der optischen Bank. Sie bilden zusammen das Messsystem. Die optische Bank ist das Kernelement und erzeugt die Signale, die vom Sensor an den Rechner weitergeleitet werden. Wird als Sensor ein Si- Chip verwendet, entsteht daraus ein Messgerät mit dem die Dicke von Beschichtungen auf Kunststoff, Glas, Keramik oder auf Ton, auf Holz, Schaumstoffen, Beton oder auf Harzen zerstörungsfrei gemessen werden kann.



Bei einer Messzeit von nur wenigen Sekunden wird mit dem System z.B. eine Kamera zu einem professionellen Schichtdickenmessgerät. Die optische Tomografie wurde in den letzten Jahren bereits an vielen Aufgaben zur zerstörungsfreien Bestimmung der Dicke von Schichten erfolgreich eingesetzt.

Messung der Schichtdicke auf Bauteilen aus Kunststoff, Beton, Glas oder Holz.

Bei beschichteten Bauteiloberflächen müssen unterschiedlichste Schichtdickenmerkmale beachtet werden um die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Dies bedeutet, dass man eine geeignete Gerätetechnik braucht, um diese vielfältigen Merkmale nachzuweisen und zu gewährleisten. Erst in jüngster Zeit wurden moderne Methoden entwickelt, welche erlauben, die verschiedenen Merkmale zuverlässig zu Charakterisieren. Die tomografischen Methoden erlauben die selektive Messung der Dicke der Schichten und auch deren Haftung. Die völlig zerstörungsfreie Messung der Dicke einzelner oder verschiedener Schichten in

einem mehrlagigen Schichtsystem, respektive die Charakterisierung deren Haftung, erfüllen gestellte Anforderungen von Bauherren.



Die Bilderserie zeigt von links nach rechts die frisch, flüssig aufgetragene Schicht, bis zur trockenen Schicht als Funktion der Zeit. Der zeitliche Verlauf des Trocknungsprozesses ist ein Mass für die Saugfähigkeit des Untergrundes für die gewählte Zusammensetzung der Grundierung. Die angestrebte Dicke der Beschichtung sowie „Blasenbildung“ im Flüssig-Kunststoff, „Haftungsfehler“, „Fehlende Grundierung“ oder „Unterschiede in der Dicke“ werden mit der OCT Methode grossflächig schnell und sicher lokalisiert.

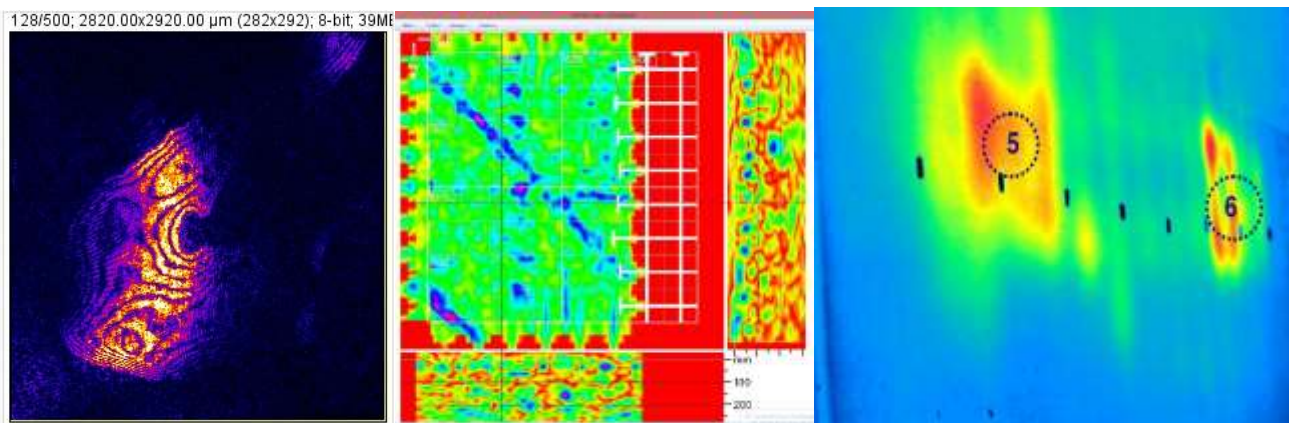
Ein Messgerät ist dann richtig eingesetzt, wenn die geforderten Merkmale reproduzierbar und sicher bestimmt werden können. Im Prinzip kann die Messung jeder Dicke bereits an der Nassschicht erfolgen (Messkamm), die Messung kann aber auch nach der Austrocknung der Schicht(en) erfolgen, damit auch die Saugfähigkeit des Untergrundes in die Signalanalyse miteinbezogen werden kann. Bei Beschichtungen liefert das Volumen des flüssig aufgetragenen Stoffes oft keine eindeutige Korrelation mit der Trockenschicht- Dicke, weil sich Penetration des Beschichtungsmaterials auf den nicht homogenen Untergründen auswirken.

Der Nachweis der Schichtdicke erfordert deshalb stets Messungen an getrockneten bzw. vernetzten Beschichtungen. Während man auf metallischen Untergründen die Dicke von Oberflächenschutzschichten magnetinduktiv oder nach dem Wirbelstromprinzip zerstörungsfrei messen kann, ist dies auf mineralischen Untergründen wie Beton, Holz oder Glas nur mit den modernen Verfahren der optischen Tomografie, mit Radar oder Terahertzwellen möglich. Die Schichtdickenmessung mit dem Keilschnittverfahren sollte heute Vergangenheit sein, weil dieses Verfahren nicht zerstörungsfrei ist und moderne Verfahren mehr Messungen erlauben um eine statistisch gut gesicherte Aussage zur Dicke einer Schicht zerstörungsfrei zu ermitteln.

Die Messgenauigkeit liegt im Bereich von 2 μm bis 20 μm , je nach angewandeter Messmethode. Zur Bestimmung der effektiven Schichtdicke auf einem Träger erlauben die modernen Verfahren die Durchführung einer ausreichenden Anzahl von Messungen ohne grossen Zeitaufwand.

Liegen grössere Schichtdicken (Bitumen, Zementschlämme) oder ausgeprägt flexibel formulierte Beschichtungen vor, wird die Schichtdicke mit Hilfe angepasster Radar- oder

Schallwellen gemessen. Die Schichtdickenmessung beginnt bei wenigen Mikrometern (Bild links, Primerschichten) und reicht bis über 10 cm Dicke (Bild Mitte, rechts).



Schichten mit einer Dicke von 800 nm (Bild links). Bestimmung der Tiefenlage elektrischer Leitungen (Bild Mitte, > 10 cm) und Tiefenlage von Ankerköpfen (Bild rechts > 10 cm)

Die berührungslos und mobil einsetzbaren modernen Verfahren sind in der Anwendung nicht kritisch. Messungen können auf ebenen oder nicht ebenen Untergründen durchgeführt werden. Mit dem Grundprinzip erfassen wir lokale Abweichungen von monochromen Wellen unterschiedlicher Frequenz, sodass in kurzer Zeit grosse Flächen inspiziert und kleinste Abweichungen reproduzierbar festgestellt werden können. Die Verfahren der „Wellenfrontmessung“ (Licht, Radar, Terahertz) lassen sich einfach an verschiedene Aufgabenstellungen anpassen. Die Resultate sind unbestechlich und objektiv, da sie unabhängig von der Fähigkeit eines Prüfers erfasst werden. Zur flächenhaften Erfassung der Dicke einer Beschichtung ist die Tiefenauflösung in Abhängigkeit des Arbeitsabstandes wichtig. Gerade in diesem Punkt bietet die OCT Technologie besondere Vorteile, weil beim OCT Verfahren (Optical Coherence Tomography) die laterale Auflösung von der Auflösung in z- Richtung entkoppelt ist.

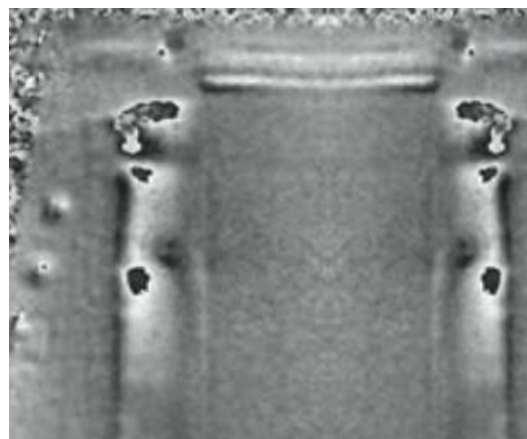
Moderne, auf dem Michelson Prinzip aufgebaute Messverfahren sind:

- ➔ Sehr genau (Mikrometer)
- ➔ Schnell (Sekunden oder Bruchteile davon)
- ➔ Zuverlässig
- ➔ Robust
- ➔ Kalibrationsarm

Phasenmessung
(Schwingungsunterschiede)

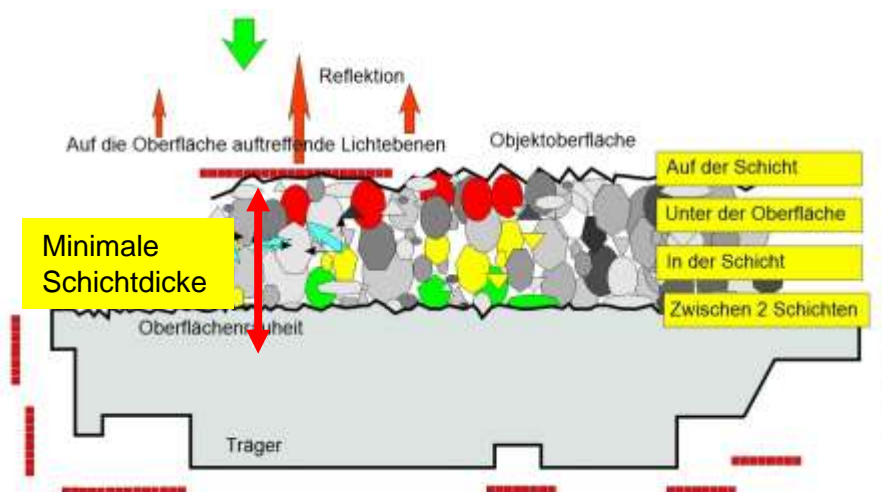
Bei Übersichtsmessungen werden oft in einer ersten Phase die neuralgischen Zonen ermittelt und erst in einer weiteren Phase entsprechende Detailmessungen abgeordnet.

Durch dieses stufenweise Vorgehen lassen sich die Kosten gut kontrollieren.



Berührungslose Messung der Schichtdicke auf allen Oberflächen

Werden Bauteile beschichtet, stellt sich die Frage, wie die Rauheit des Trägers ist, weil dadurch die minimal erforderliche Dicke der Beschichtung definiert werden kann - und welche Rauheit die Oberfläche nach der Beschichtung haben soll. Mit diesen Angaben ist die minimale Dicke einer Beschichtung definiert und festgelegt.

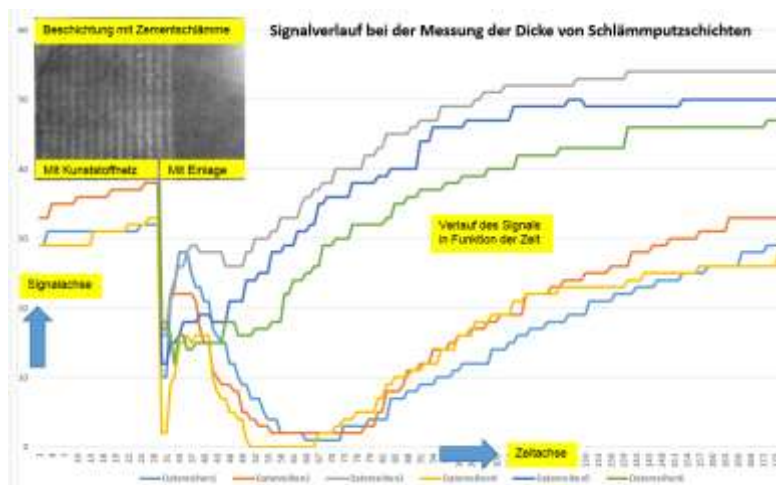


Die Bauteilvermessung erfolgt unabhängig vom Beschichtungsmaterial (Metall, Glas, Keramik, Stein, Harz), unabhängig vom Zustand der Beschichtung (trocken, nass) und unabhängig vom Träger der Beschichtung. Die Vermessung erfolgt in der Genauigkeit der Messwellenlänge. Zur Untersuchung und zur Bewertung von Beschichtungen in Garagen und Parkhäusern werden entweder Radar oder das photothermische Verfahren eingesetzt. Zur Untersuchung und Bewertung von Funktionsschichten (Ästhetik, Diffusionsschichten, Lacke, Abriebfeste Schichten) wird oft die optische Tomografie eingesetzt und zur Messung der Tiefenlage definierter Bauteile kommt oft auch die Ultraschall- Tomografie zum Einsatz.

Fugenlose Böden

Für fugenlose Böden gibt es Alternativen zu Fliesen, Linoleum- oder Gummibelägen. Bodenbeschichtungen bieten gestalterische Möglichkeiten, sie sind widerstandsfähig, können fugenlos appliziert werden und sind wirtschaftlich. Beschichtungssysteme für Böden können in jedem Arbeitsschritt überprüft werden und gewährleisten dadurch eine hohe Sicherheit. Beschichtungen auf Basis von Polyurethan- oder wässrigen Epoxidharzen erfüllen die Prüfkriterien für VOC Emissionen nach MINERGIE-ECO, Schweizer Umweltetikette sowie nach dem Bewertungsschema der AgBB (Ausschuss für gesundheitliche Bewertung von Baustoffen). In Industriebetrieben werden jährlich mehrere Tausend Quadratmeter Bodenfläche in Produktion und/oder Lager beschichtet. Dazu gehört die Neubeschichtung als auch die Sanierung bestehender Flächen. Die Nutzungsmöglichkeit von Industrieböden ist so vielfältig wie die Industrie selbst. Dementsprechend unterschiedlich fallen die Eigenschaftsprofile an eine Bodenbeschichtung aus. So müssen insbesondere in Bereichen, in denen gelagert, umgefüllt oder kommissioniert wird, mechanische Einwirkungen durch Transportfahrzeuge berücksichtigt werden. Eine grosse Herausforderung an einen Boden stellen im Allgemeinen die Produktionsräume dar. Neben mechanischer Beanspruchung können hier

zusätzlich auch thermische sowie chemische Belastungen auftreten. Die folgende Auswertung zeigt eine Schlämmputzschicht. Auf der linken Seite ist ein Kunststoffnetz eingebaut. Auf der rechten Seite ist diese Einlage nicht vorhanden. Die Kurven zeigen den Signalverlauf der Schlämmputz- Dicke, die Einbautiefe des Kunststoffgewebes und das Raster des Kunststoffnetzes.



Mit unseren Methoden überprüfen wir die richtige Beschichtung in jedem Arbeitsschritt und sichern dadurch dem Bauherrn, dass die gestellten Anforderungsprofile auch langfristig gewährleistet sind.

Beschichten von porösen 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.

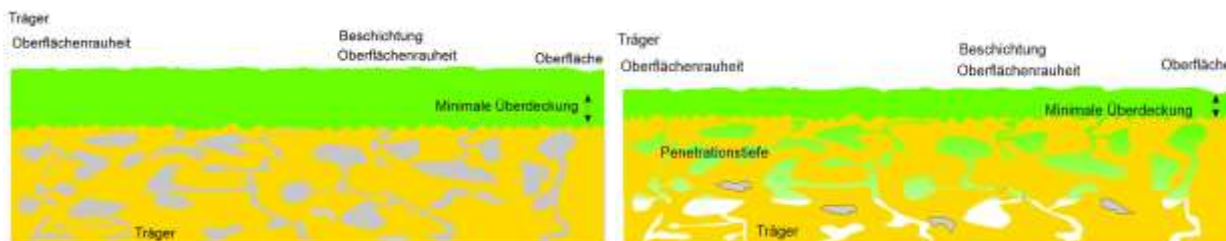
Der Umgang mit den Bauteilebeschichtungen erfordert deshalb fundiertes Wissen über das Verhalten des zu verarbeitenden Materials, damit der vorgesehene Zweck (Schutz- oder Farbgebung) auch nachhaltig erfüllt wird.

Die Eigenschaft eines Schutz- oder Anstrichsystems muss dem Produkt das beschichtet werden soll möglichst nahekommen 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.

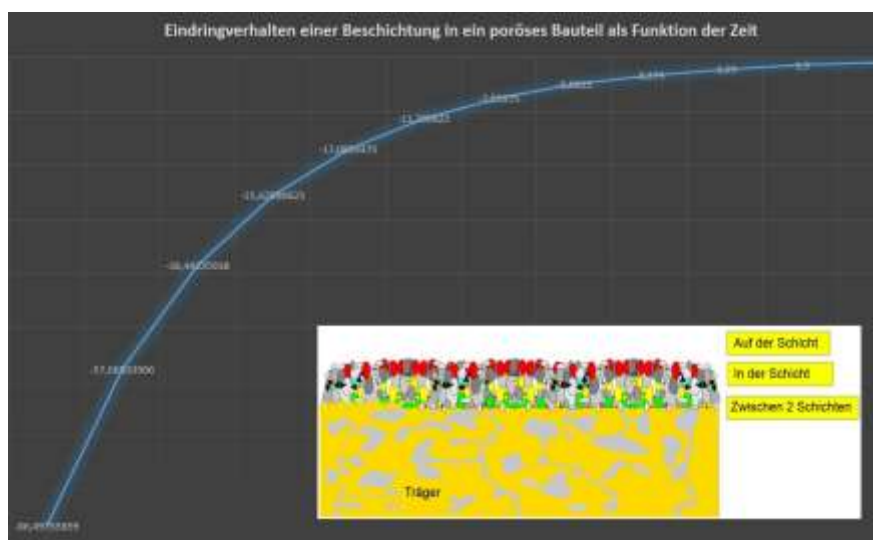


Sind im Träger Poren die in sich geschlossen- oder miteinander verbunden sind, muss das beim Aufbringen einer Schutz- oder farbgebenden Schicht beachtet werden, weil beim

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. 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 aufgebraute 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.



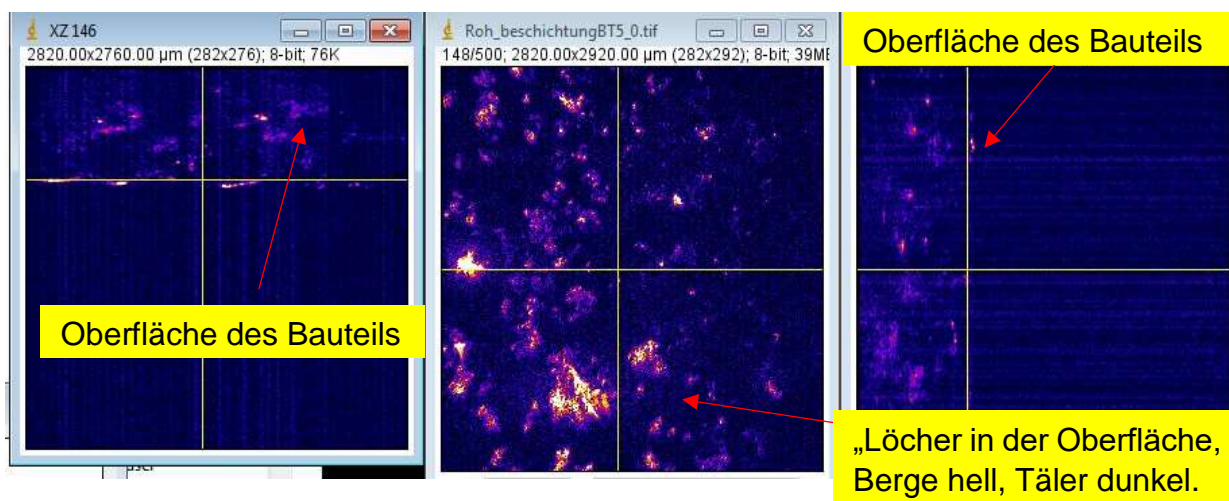
Es spielt keine Rolle ob Sie ein Dach beschichten, einen Boden, Formen oder Kavitäten, in jedem Falle dienen OCT- Messungen der Porosität zur korrekten Auslegung von Grundierungen und Beschichtungsmaterial und zur Vermessung der effektiv aufgebraute Schicht ohne das Bauteil zerstören zu müssen.

Ermittelt werden:

- Minimale Überdeckung
- Maximale Überdeckung
- Mittlere Schichtdicke
- Porosität vor dem Beschichten
- Porosität nach dem Beschichten
- Eindringverhalten von Partikeln

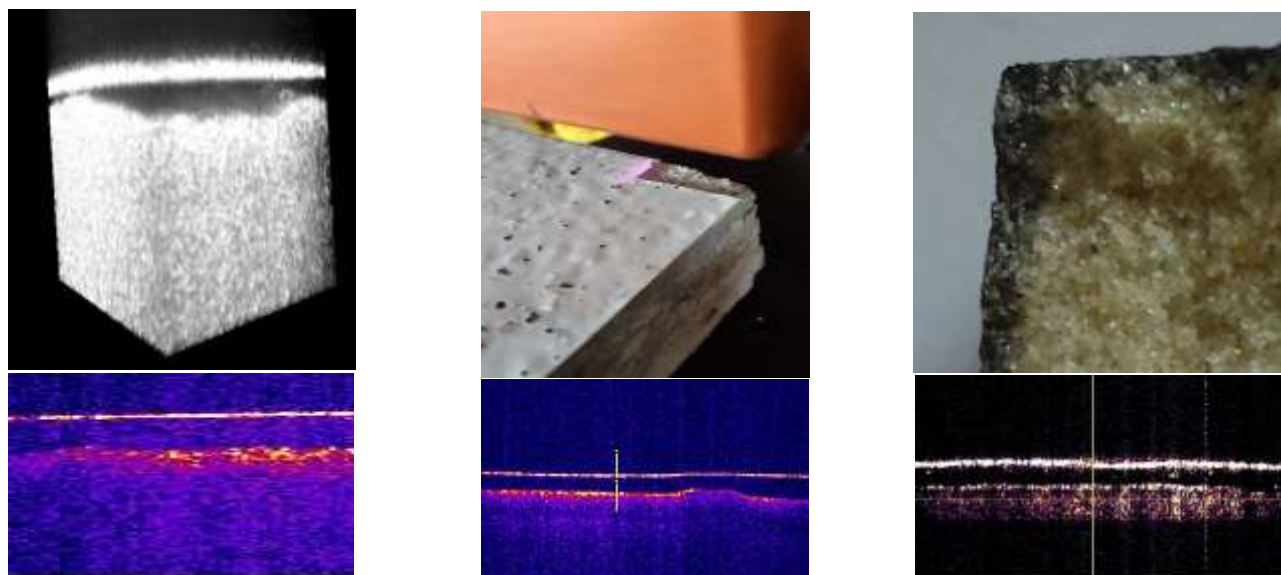


Aus OCT- Messdaten werden die Rauheit, die Schichtdicke oder auch geometrische Strukturen abgeleitet.



Dach- und Terrassenbeschichtung

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.



Durch OCT Messungen lässt sich die Eindringtiefe des 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.

Bodenbeschichtungen

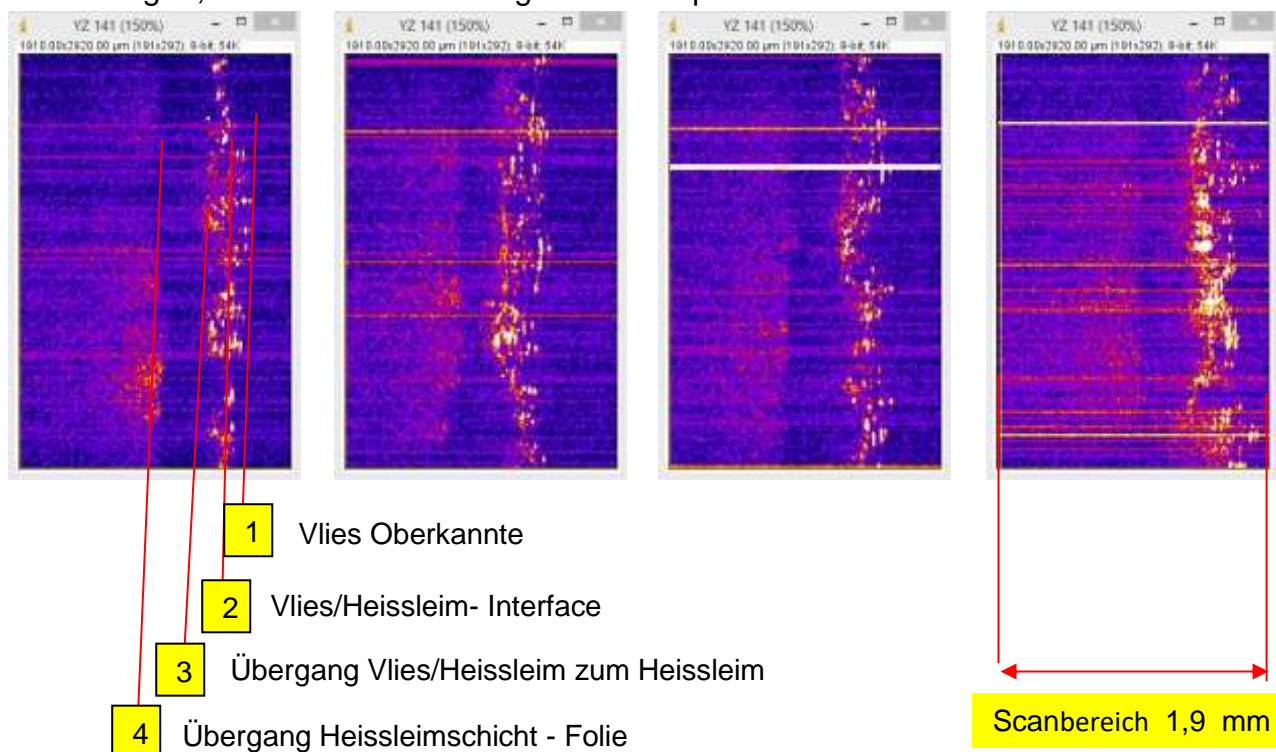
Beschichtungen auf Estrich, Beton, Sandstein oder Klinker müssen gegen Säuren, Laugen, Lösemittel, Mineralöl beständig- und auch stoss-, schlag-, abrieb- und kratzfest sein. Weil heute alle Farben (Pigmente, Farbchips) auch in Kleinmengen verfügbar sind und das Material einfach verarbeitet werden kann, 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 OCT Bild zeigt eine homogene aber unterschiedlich dicke Bodenbeschichtung.

Schutzvlies- Einbettung

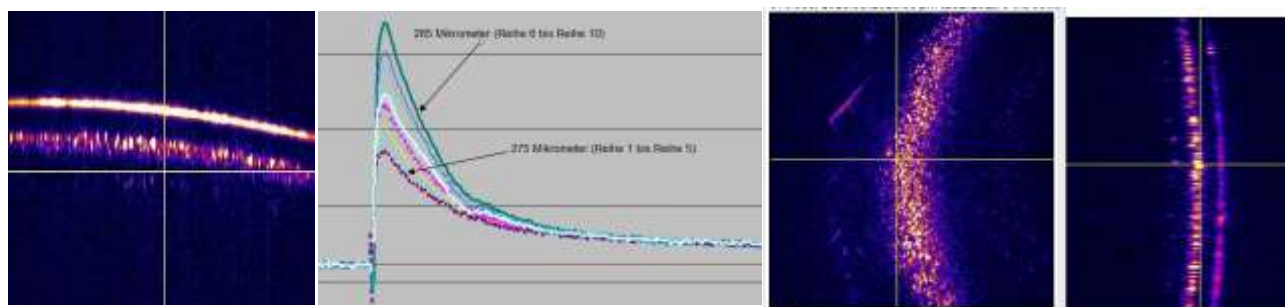
Wird ein Schutzvlies eingebettet stellt sich oft die Frage, ob die Haftschrift von Fasern durchdrungen wird, wie tief ein Vlies eingebettet ist oder wie dick die minimale Haftschrift ist. Alle Fragen werden mit OCT Messungen beantwortet. Die minimale Dicke der Haftschrift sowie die Tiefe der Vlies- Einbettung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



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

Berührungslose Schichtdickenmessung auf Korrosionsanstrichen

Die wachsenden Anforderungen an Flexibilität, Zuverlässigkeit und Präzision sowie die qualifizierten Ansprüche der weltweiten Anwender an erhöhte Produktivität und Wertschöpfung führen zu neuen innovativen Mess-Systemen. Insbesondere Geräte-Systeme, deren Einzelkomponenten sich für unterschiedlichste Messaufgaben einsetzen lassen, führen zu einer hohen Flexibilität und damit zu einer deutlichen Kostenreduzierung. Das OCT System ist ein Beispiel für den flexiblen und Kosten minimierenden Einsatz komplexer Messsysteme für exakte Messungen auf unterschiedlichen Beschichtungen.



Mit der OCT Methode wird Schichtdickenmessung im Qualitäts-Management der gesamten Beschichtungsindustrie revolutioniert.

Berührungslose Schichtdickenmessung auf Holz

Um die heute gestellten Anforderungen in der Holzverarbeitung zu erfüllen, um die Wartungsintervalle von Produktionseinrichtungen zu optimieren oder um wirtschaftliche Vorteile zu erschliessen (Messen der Dicke oder der Haftung einer Beschichtung) sind Verfahren notwendig, welche die kontinuierliche Überwachung qualitätsentscheidender Merkmale in der laufenden Produktion ermöglichen. Die Holzbranche erwartet erhebliche Kosteneinsparungen, wenn mangelhafte Produktion-, eine zu dicke oder eine zu dünne Beschichtung auf dem Substrat oder Haftungsfehler bereits in der Produktion festgestellt werden.

Holz:

Holzwerkstoffe vollflächig zu beschichten ist heikel, weil grosse Poren eine dickere Schicht erfordert, wodurch zwar eine unterbruchsfreie Beschichtung gewährleistet ist, aber bei kleineren Poren zu viel Beschichtungsmaterial verbraucht wird. Weil aus wirtschaftlichen-Gründen keine Nachbearbeitung möglich ist, müssen Merkmale die qualitätsentscheidend sind, bereits in der Produktion erfasst und bewertet werden.



Die Resultate zeigen, dass die berührungslos ermittelte Schichtstärke mikroskopisch auch nachgewiesen werden konnte und sich die Ergebnisse deckten.

Beschichtungen aus Zementschlämme

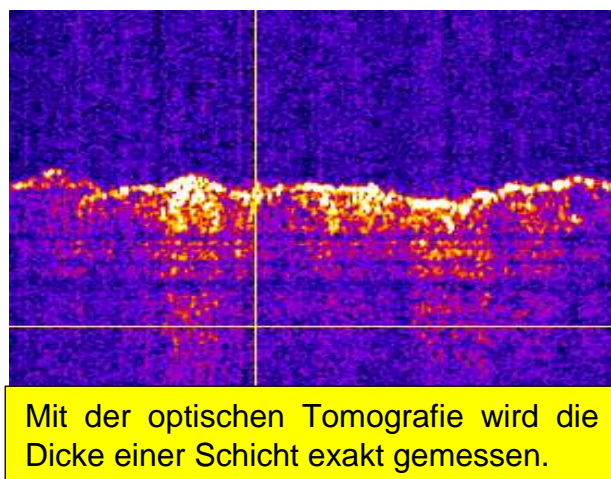
Die Zementschlämme ist eine mineralische Beschichtung auf einen bestehenden Aussenputz bzw. auf einer Betonoberfläche. Gegenüber einer Kalkbeschichtung ist die Zementschlämme diffusionsdichter und behindert den Feuchtetransport von innen nach aussen aber viel weniger als jede synthetische Farbbeschichtung. Diese Schlämme ist daher gut geeignet, um alte Zementaussenputze zu beschichten, damit die Eigenschaften des Putzes nicht verändert werden.



Zementschlämme sind einfach auszuführende Beschichtungen. Die Anwendungen sind ähnlich wie bei Kalkfarbenstrichen. Ein zu schnelles Trocknen der Anstriche sollte wegen sich bildenden Schäden vermieden werden.

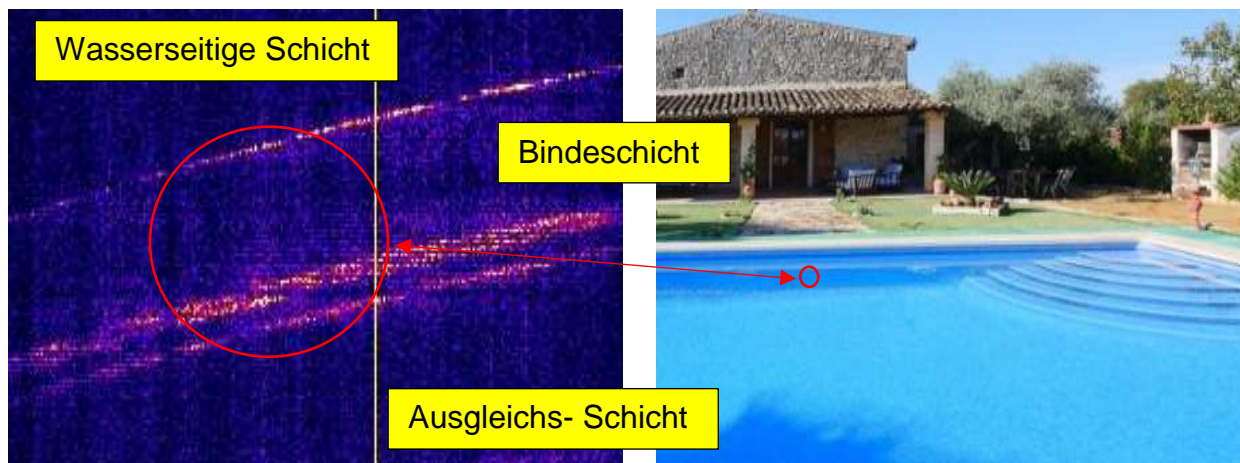


Wie dick ist die Schicht wirklich?



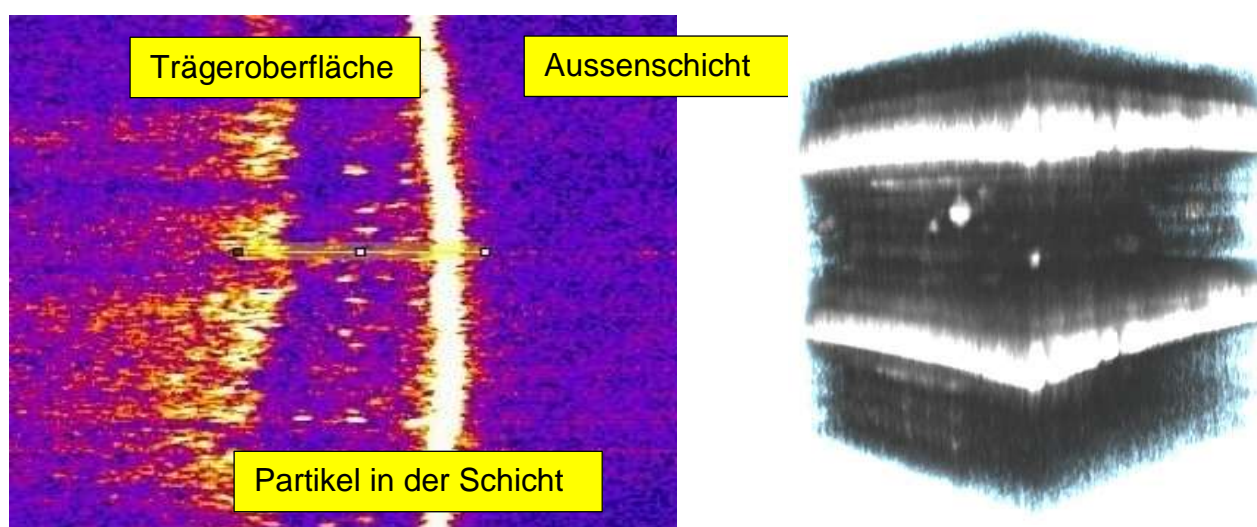
Messung der Schichtdicke auf Beton oder Kunststoff- Trägern

Zur Bestimmung der Schichtdicke wird ein allgemein bekannter Effekt ausgenutzt, der zum Beispiel bei Seifenblasen oder einem dünnen Ölfilm auf Wasser auftritt. Man sieht Farberscheinungen, die sich mit der Dicke der Schicht ändern.



Bei der Seifenblase beruhen die sich ergebenden Farben auf Interferenzerscheinungen. Sie entstehen aus den reflektierten Lichtwellen von der Oberfläche und von der Rückseite der Seifenblasenschicht. Nimmt man die OCT- Methode und misst die Dicke der Beschichtung auf einem Bauteil aus Kunststoff (Beton, Stein Glas oder Holz), so erkennt ebenfalls konstruktive oder destruktive Interferenz, wie bei der Seifenblase. Die Auswertung der Interferenzen liefert die Dicke einer aufgetragenen Schicht. Im folgenden Bild sind 4 Lichtfronten (Bild links) im Querschnitt der Beschichtung eines Freiluft- Schwimmbades sichtbar. Grundierung, Primer und blauer Anstrich.

Das folgende OCT- Bild zeigt ein Bauteil aus Kunststoff, das mit einer „Grau Metallic- Farbe“ beschichtet ist. Aus dem zeitlichen Verlauf der Lichtfronten lässt sich die Dicke der interessierenden Schicht ermitteln.



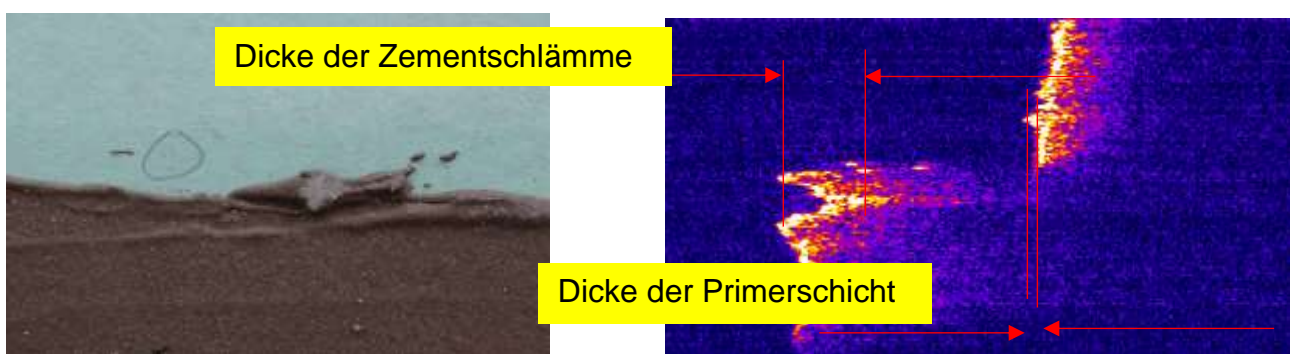
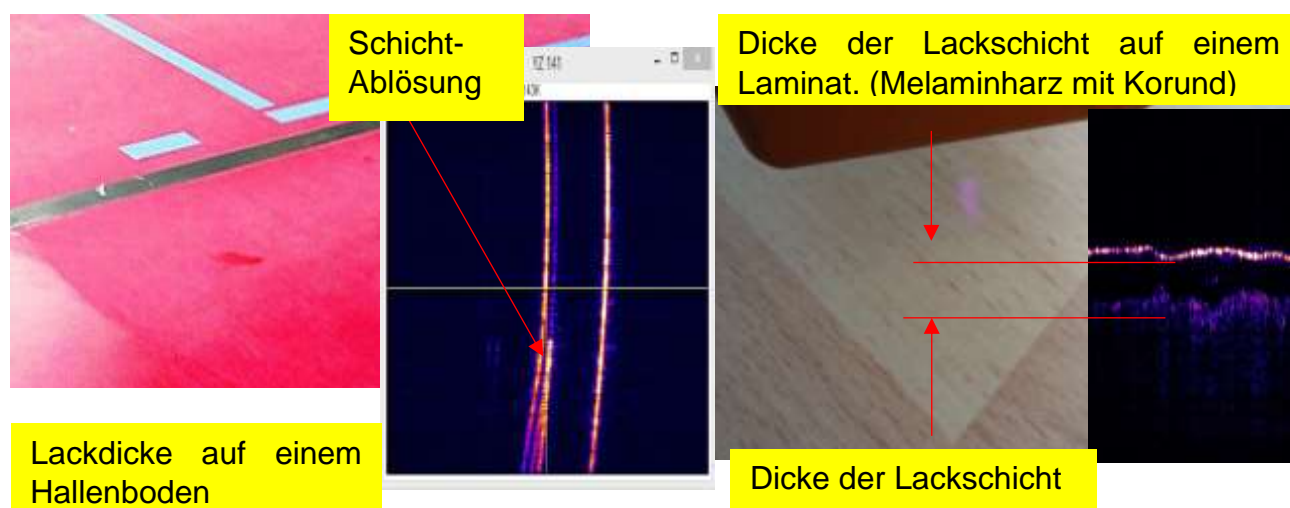
Ohne die OCT- Methode sind Messungen aus Kunststoffbauteilen nur zerstörend möglich. Dabei wird mit dem Keilschnittverfahren an wenigen Orten gemessen und auf die ganze Fläche geschlossen. Mit dem OCT Verfahren aber können viele Messungen vorgenommen werden, sodass eine repräsentative Übersicht der Dickenverteilung am Objekt erstellt

werden kann. Beschichtungen (Fassade, Dach, Betonbauteile) sind Stilmittel, Blickfang und Schutz in einem. Beschichtungen müssen durch ihre Eigenschaften überzeugen. Ob die Beschichtung hydrophob oder Wasserdampf- resp. Gasdurchlässig ist, eine mineralische Optik hat oder sich durch hohe Deckkraft sowie Langlebigkeit auszeichnet, hängt entscheidend von der Verarbeitung ab.

- Verbindet die Grundierung den Untergrund mit dem Beschichtungsmaterial?
- Entspricht die Wirkung den Vorstellungen?
- Ist die Schicht dick genug um Feuchtigkeits- oder Salzwanderung zu verhindern?
- Sind die Wasserdampfdurchlässigkeit oder der Oxidationsschutz beeinträchtigt?
- Ist die Fähigkeit, Risse im Bauteil elastisch zu überbrücken gewährleistet?

Anwendung über Anwendung

Geht es nur um die berührungslose Messung der Dicke einer Lackschicht auf einem Industrieboden oder um die Dicke einer Folie zu vermessen, ist der zeitliche Anspruch an die Messung klein. Zur Lösung dieser Aufgabe können Sie Ihr Handy zu einem professionellen Schichtdickenmessgerät umbauen. Sie bauen die von uns ausgelegte optische Bank mit dem Adapter auf Ihr Smartphone und können mit der Arbeit starten.



Mit der optischen Tomografie und ergänzenden Methoden stehen moderne Werkzeuge zur Verfügung, mit dem sogar Fingerabdrücke zerstörungsfrei lokalisiert werden können.

Lackiertes Kunststoffteil (Weisse Beschichtung)

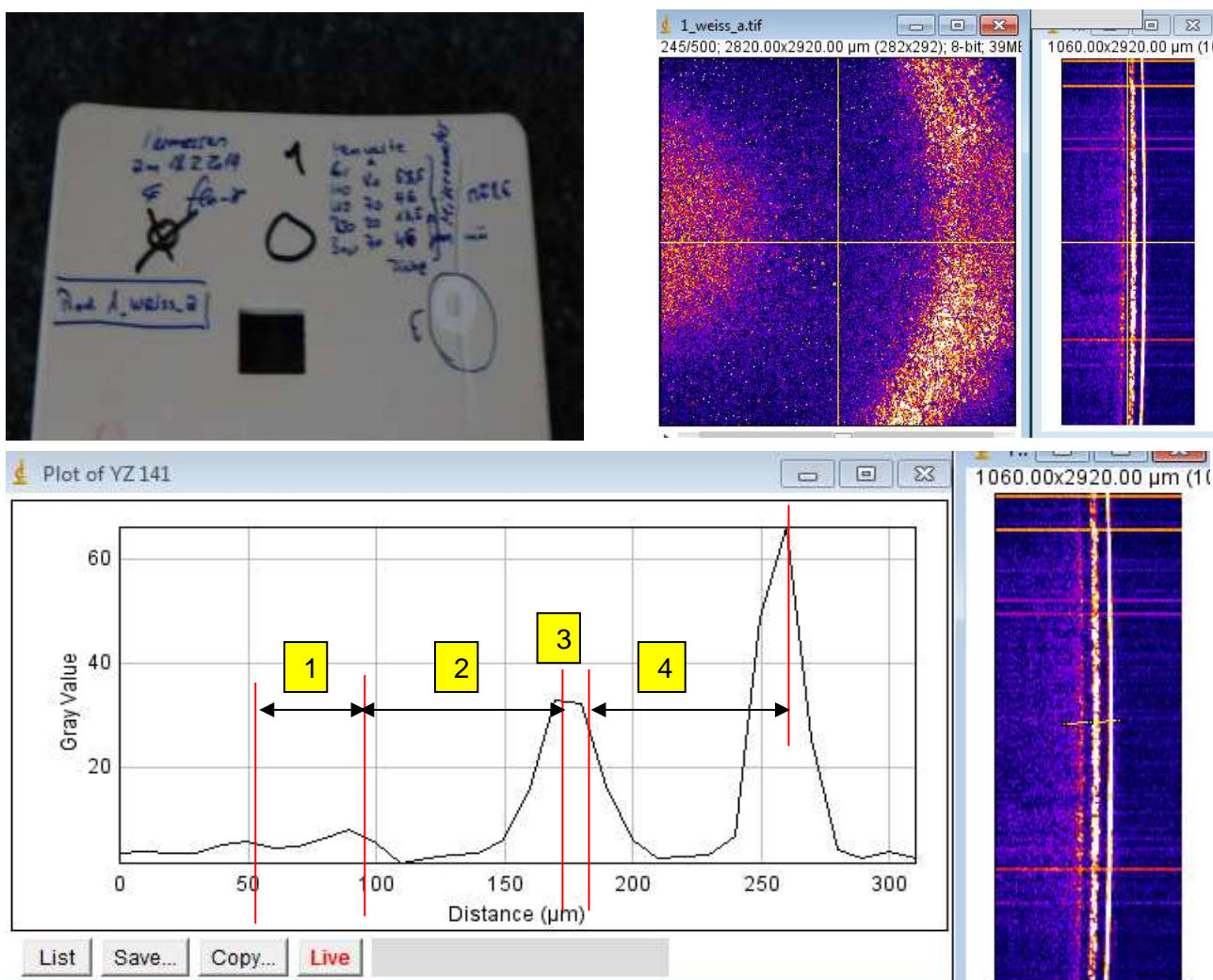
In der Autoindustrie werden immer mehr Kunststoffteile eingesetzt. In der Regel werden die Schichten zu dick aufgetragen, was zu erheblichen Mehrkosten führt. Durch Überbeschichtung werden mehrere hundert Tonnen Lacke und Farben mehr aufgetragen als notwendig was einerseits zu erhöhten Umweltafgaben führt, eine optimale Produktion verhindert und Mehrkosten in der Benutzung nach sich zieht.

1 = Grundbeschichtung 2 = Basislack 3 = Farbschicht 4 = Klarlack

Der Vergleich der Resultate zwischen der Lichtlaufzeitmessung (Berührungslos und zerstörungsfrei) und der zerstörenden Messung sind wie folgt:

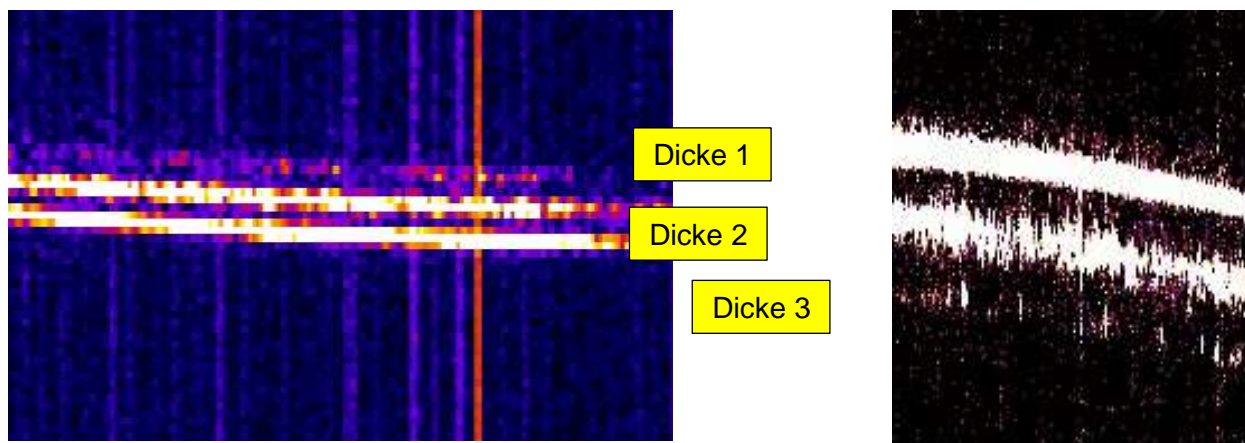
Lichtlaufzeitmessung		Zerstörende Messung	
GR	= 30 µm	GR	= 26 µm
BL	= 42 µm	BL	= 36 µm
PE	= 12 µm	PE	= 13 µm
KL	= 38 µm	KL	= 34 µm

Mit der Lichtlaufzeitmessung werden mehrere Schichten gleichzeitig selektiv gemessen. Durch die exakte Beschichtung werden jährlich mehrere hundert Tonnen Beschichtungsmaterial eingespart und die Effizienz in der Beschichtung gesteigert.

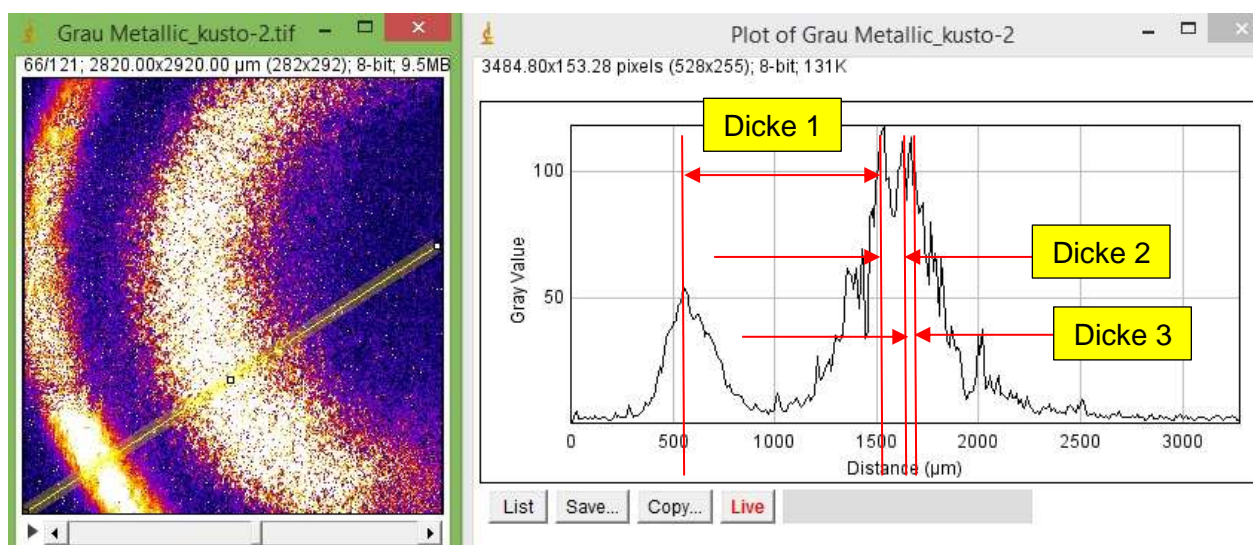


Messung der Schichtdicke auf Kunststoff- Trägern

Nimmt man nun 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. In den folgenden Bildern sind 3 Lichtfronten auf einem beschichteten Träger aus Kunststoff dargestellt. Die Schicht ist mit Metallic Teilchen gefüllt. Aus dem zeitlichen Verlauf der Lichtfronten lässt sich die Dicke der gesuchten Schicht ermitteln.



Graue Beschichtung mit Metallteilchen auf einem Kunststoffbauteil



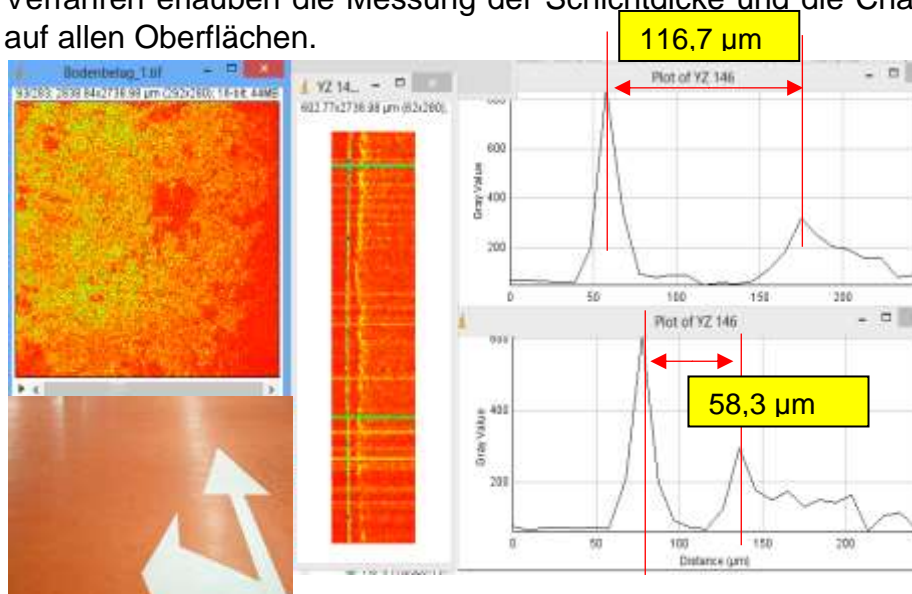
Dicke der mehrlagigen Beschichtung auf Kunststoffbauteilen. Die drei Schichten werden in einem Arbeitsgang gemessen.

Beschichtungen im Bauwesen (Fassade, Dach, Betonbauteile, Böden) erfüllen eine bestimmte Funktion, sind Stilmittel, Blickfang und Schutz in einem.

Gerade diese vielfältigen Anforderungen (Rissüberbrückung, Wasserschutz, Diffusionsbremse, Oxidationsbarriere) erfordern Hilfsmittel, um die Eigenschaften von Beschichtungen reproduzierbar zu charakterisieren damit deren Funktion auch langfristig gewährleistet werden kann, weil die Beschichtung entscheidend von der Verarbeitung abhängt.

Epoxidharzbeschichtung auf einem Bodenbelag.

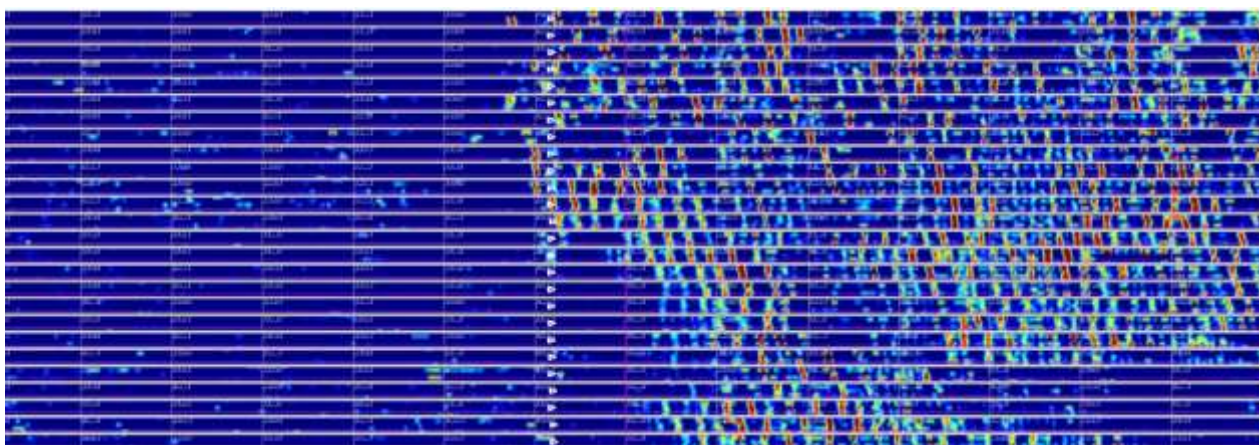
Ob die Dicke der Beschichtung auf einem Bodenbelag gemessen werden muss oder auf einem Bauteil aus Stein oder Kunststoff, spielt keine Rolle. Die von uns eingesetzten Verfahren erlauben die Messung der Schichtdicke und die Charakterisierung der Haftung auf allen Oberflächen.



Die Dicke des Bodenbelags liegt zwischen 58,5 µm und 116,7 µm.

Sie wird zerstörungsfrei gemessen und kann auch grossflächig kartiert werden.

Im folgenden Bild ist die Dicke der Überdeckung der Bewehrung auf einer Fläche von 30 m² in einem Stollen dargestellt. Die Überdeckung ist farbig codiert. In den roten Bereichen ist die Überdeckung kleiner als in den blauen Bereichen.



Beflammen von Polypropylen

Die Beflammung der Kunststoffoberfläche erzeugt auf der Oberfläche polare chemische Gruppen, welche die Haftungseigenschaften einer aufzubringenden Beschichtung verbessern.

Die Auswirkung des Energieaustausches zwischen dem Spektrum beflammt oder unbeflammt ist deutlich. In der Abbildung sind die Auswirkungen der durch die Behandlung an der Oberfläche erzeugten polaren Gruppen erkennbar. Die Flächen unter den einzelnen Übergängen sind ein direktes Maß für den Anteil des Kohlenstoffes, der in dem jeweiligen Bindungszustand vorliegt. Durch das Beflammen werden polare chemische Gruppen, wie z.B. Alkohol- oder Carbonylgruppen, an der Oberfläche des Werkstücks erzeugt. Sie verbessern die Benetzung und Anhaftung der später aufzubringenden Schichten deutlich.

Kontamination einer Oberfläche

Oberflächenanalytische Techniken erlauben, den Erfolg einer Oberflächenbehandlung direkt zu messen, bzw. bei einem auftretenden Haftungsversagen mögliche Ursachen hierfür aufzuzeigen. Zum Beispiel können Kontaminationen eindeutig identifiziert und nachgewiesen werden. Auf einer beflamnten PP-Oberfläche konnte deutlich Silizium nachgewiesen werden. In Kombination mit einer hochauflösenden Analyse des Siliziumsignals ergab dies im vorliegenden Fall den Hinweis dass Silikonöl als Ursache der Haftungsprobleme identifiziert werden konnte.

Mit Hilfe der Sekundärionenmassenspektroskopie (TOF-SIMS) können in ähnlicher Weise die meisten Gleitmittel, interne Trennmittel, Fette, Öle und so weiter, auf der Oberfläche identifiziert werden. Auch diese Substanzen sorgen immer wieder für Haftungsprobleme.

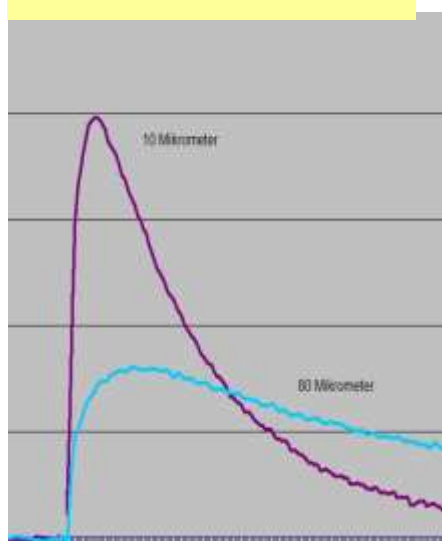
Ergänzende Verfahren

Um erfasste Ergebnisse zu bestätigen werden oft auch ergänzende Verfahren, nach Bedarf in Absprache mit der verantwortlichen Projektleitung eingesetzt. Durch die Kombination verschiedener Verfahren können aus den zerstörungsfrei erfassten Messdaten gesicherte Aussagen abgeleitet werden.

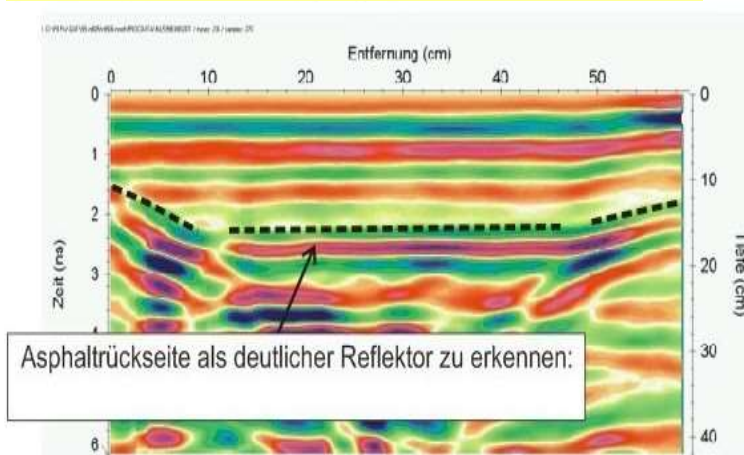
Messen der Dicke einer Beton- oder einer Asphaltsschicht

Die Dicke einer Betonschicht, die Tiefenlage von Bewehrungen oder von Spannkabeln, die Dicke einer Asphaltsschicht oder auch einer Kunstharzschicht messen wir zerstörungsfrei. Die von uns eingesetzten Verfahren sind mobil einsetzbar und ermöglichen den Nachweis gestellter Anforderungen. Wir messen die Dicke ab Mikrometern bis über 50 cm.

Dickenunterschied einer Schutzschicht auf Beton



Dicke der Asphaltsschicht erfasst mit 3 km/h



Vor der Beauftragung zur Instandsetzung eines Asphaltbelags stellt sich immer wieder die Frage wie dick die Asphaltsschicht eigentlich ist, weil Dickenunterschiede zu nicht kalkulierten Mehraufwendungen führen. Mit dem von uns angewendeten Verfahren kann die Dicke von Asphaltsschichten mit Schrittgeschwindigkeit zerstörungsfrei erfasst werden. Aus den Messdaten wird auch die

Dicke der Einzelschichten extrahiert, was es einem Unternehmer sogar erlaubt, die Schichten nach Qualitätskriterien abzutragen.

Zerstörungsfrei werden erkannt:

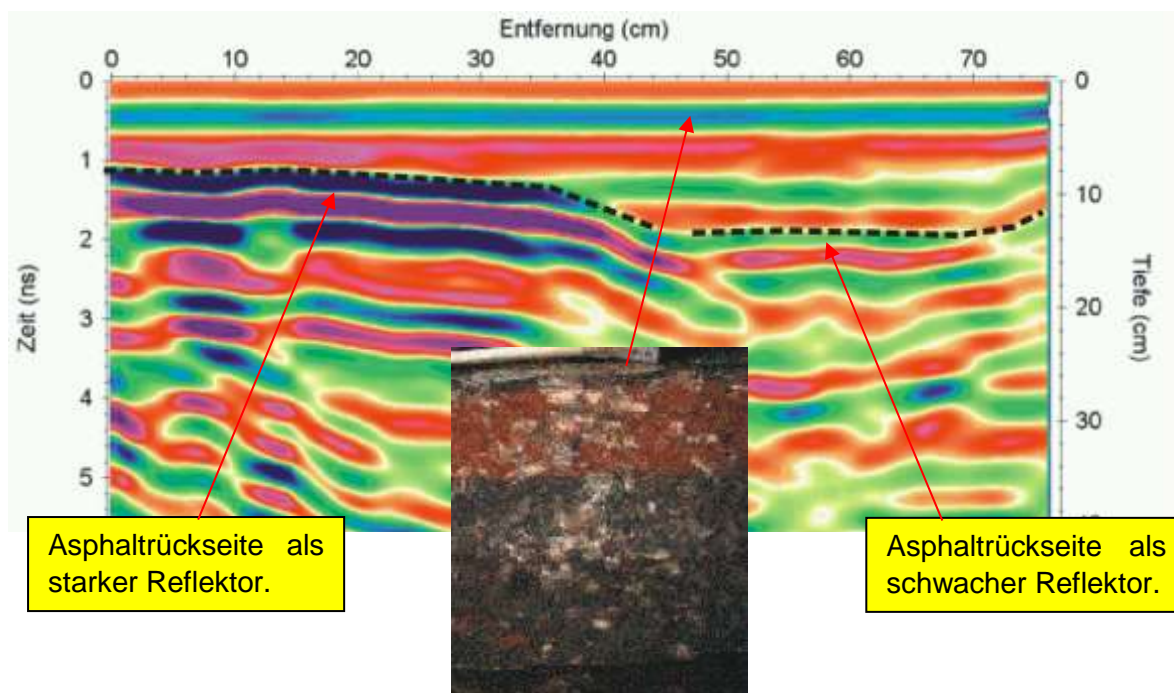
- Loslösungen zwischen dem Asphaltbelag und einer Tragschicht
- Dicke einzelner Schichten auch bei mehrschichtigem Aufbau
- Dickenunterschieden in den Asphaltschichten



Die Verfahren sind berührungslos und nutzen Unterschiede in den thermischen- elektrischen- oder mechanischen Eigenschaften des zu untersuchenden Materials aus.

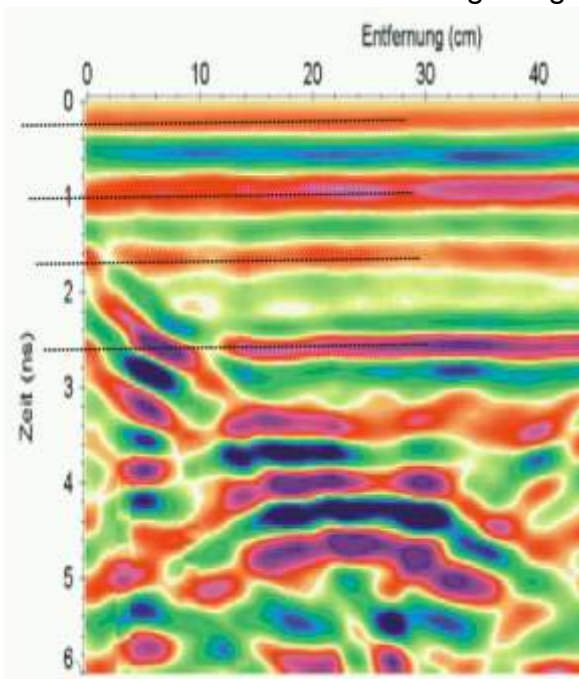
Georadar, Mikrowellen und Geoelektrik

Asphalt, 15 cm dick, zweischichtiger Aufbau. Die oberste Schicht (rötlich), sowie Loslösungen zwischen den Schichten (links), respektive die auf der Betonoberfläche aufliegende Schicht des Asphaltbelags, lässt sich aus den Radardaten herauslesen. Die Dicke des Asphaltbelags variiert im vorliegenden Fall zwischen etwa 11 cm bis 15 cm.



Asphalt, 27 cm dick. Dieser Asphalt ist dreischichtig aufgebaut. Durch die Messung der Dicke der einzelnen Beläge können diese selektiv ausgebaut und der Aufbereitung

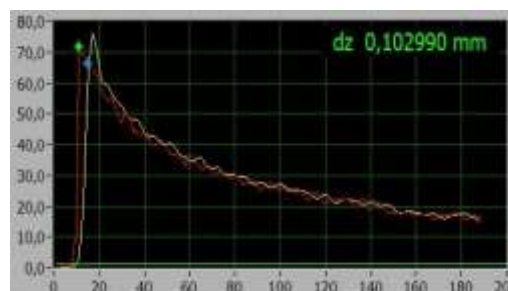
zugeführt werden. Die werthaltige Trennung der Schichten bereits auf dem Bauplatz bedeutet eine hohe Effizienzsteigerung.



Die Dicken der Asphalt-schichten lassen sich zerstörungsfrei und grossflächig in relativ kurzen Zeiten messen. Die Vorteile für alle am Bau beteiligten sind, dass Unterhaltsarbeiten besser geplant und kalkuliert werden können

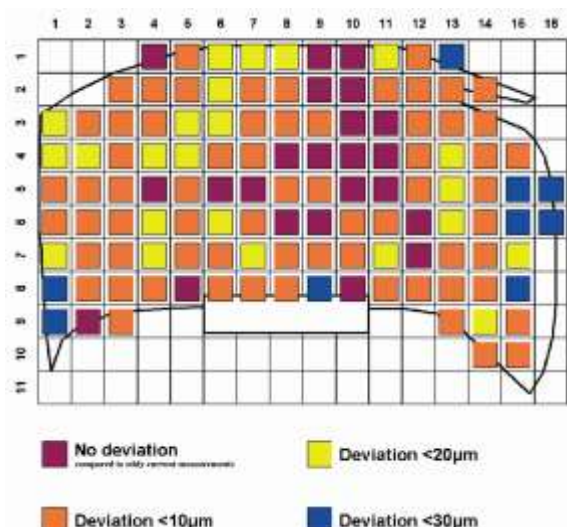
„Aluminiumbeschichtung auf Stahl“ oder „Stahl auf Stahl“

Metalloberflächen brauchen einen guten Oberflächenschutz, weil diese sonst durch Witterungseinflüsse zerstört werden. Was ist aber, wenn die Schutzschicht aufgebracht ist? Um den Nachweis zu erbringen, dass die aufgebraute Beschichtung den gestellten Anforderungen entspricht, müssen zerstörungsfrei arbeitende Verfahren eingesetzt werden. Im folgenden Bild sind die Resultate von einer mit Aluminium beschichteten Platte dargestellt. Die Dicke variiert von etwas über 100 µm bis fast 600 µm.



Die Verteilung der Schichtdicke kann mit den photometrischen Verfahren berührungslos gemessen, kartiert und dokumentiert werden. Dadurch stehen alle Messwerte auch in einem

späteren Zeitpunkt zur Verfügung und der Kunde hat ein Dokument über ausgeführte Arbeiten.

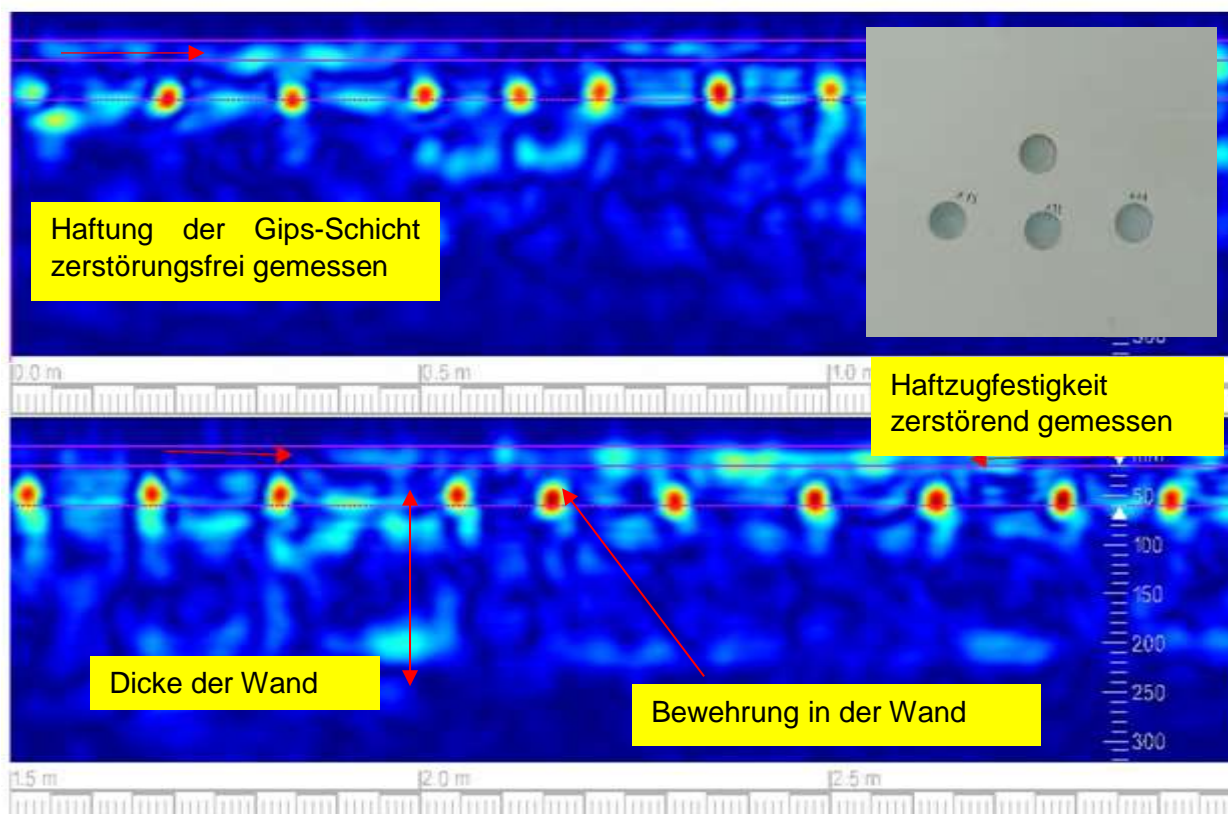


Mit der Messung der Schichtdicke ist auch die Haftung einer Schicht auf dem Untergrund feststellbar.

Im Bild links ist die Beschichtung einer Kaplan- Schaufel dargestellt. Unterschiede im Bereich von 10 µm werden sicher erkannt.

Messung der Dicke und der Haftung einer Gips-Verputz-Schicht

Um Schäden an verputzten Gipswänden zu vermeiden, sind die Haftzugfestigkeit und die Dicke der Gips-Schicht wichtig.



Die Dicke einer Gips-Schicht sowie Haftungsfehler oder Feuchtigkeit werden direkt am Objekt zerstörungsfrei festgestellt und gemessen. Gleichzeitig werden der Wandaufbau und eingebaute Leitungen oder Bewehrungen sichtbar.

Die verschiedenen Verfahren werden der Aufgabenstellung angepasst. Neben PTR Verfahren werden Radar, Geoelektrik oder Ultraschall sowie interferometrische Verfahren eingesetzt.



Oben sind das PTR- Gerät (links), das Radargerät (mitte)- und das Interferometergerät (rechts) dargestellt.

Feuerverzinken:

Die Beschichtungsnorm DIN EN ISO 12944 trägt der Langlebigkeit von verzinktem Stahl insofern Rechnung, dass für Duplex-Systeme eine 30% dünnere Beschichtung im Vergleich zu Beschichtungen auf „schwarzem“ Stahl zugelassen ist.

Die Mindestsollschichtdicken von Beschichtungen auf feuerverzinktem Stahl sind im direkten Vergleich (bei gleicher Schutzdauer und gleicher Korrosivitätskategorie) fast immer um ein Drittel geringer als auf „schwarzem“ Stahl.


Weitere wichtige Neuerungen der Beschichtungs- Normenreihe sind die Erweiterung und die Unterteilung der Schutzdauerklassen sowie die Regelung von Offshore-Anwendungen. Duplex-Systeme werden zur Signalgebung und Tarnung eingesetzt und dort, wo eine maximale Schutzdauer notwendig ist. Denn die Schutzdauer eines Duplex-Systems ist deutlich länger als die Summe der jeweiligen Einzelschutzdauer aus Verzinkung und Beschichtung. Die Normenreihe DIN EN ISO 12944 Beschichtungssysteme; Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme regelt in den Teilen 1 bis 9 den Korrosionsschutz durch organische Nassbeschichtungssysteme auf „schwarzem“ und auch auf feuerverzinktem Stahl (Duplex-Systeme). Die überwiegend aus dem Jahr 1998 stammende Norm wurde 2018 komplett aktualisiert.

Oberflächenvorbereitung für das Beschichten von feuerverzinktem Stahl

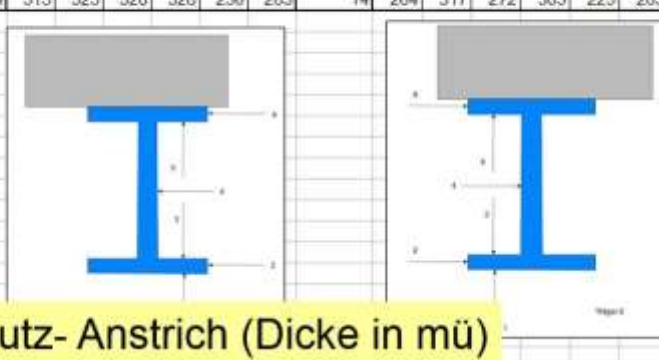
Bei der Vorbereitung von feuerverzinkten Überzügen wird zwischen unbewitterter und bewitterter Oberfläche unterschieden. Feuerverzinkter Stahl nach DIN EN ISO 1461 ist mindestens durch Sweep-Strahlen vorzubereiten, falls nicht anderweitig festgelegt. Sweepen ist ein schonendes Strahlen, das der Reinigung beziehungsweise Aufrauung der feuerverzinkten Oberfläche dient und eine wichtige Voraussetzung für eine einwandfreie Haftfestigkeit der Beschichtung auf der Feuerverzinkung. Weitere Kriterien sind zum Beispiel das Entfernen von wasserlöslichen Salzen, Staub, Öl, Fett, usw. Die DIN EN ISO 12944 gilt ausschließlich für das organische Nassbeschichten von „schwarzem“ und von feuerverzinktem Stahl. Das Pulverbeschichten wird in DIN EN ISO 12944 nicht geregelt.

Wichtige Regelwerke für das Pulverbeschichten sind DIN 55633 Beschichtungssysteme; Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Pulver-Beschichtungssysteme... sowie DIN EN 15773 Industrielle Pulverbeschichtung von feuerverzinkten und sherardisierten Gegenständen aus Stahl (Duplex-Systeme)...

Messung der Dicke einer Korrosionsbeschichtung auf einem Stahlträger



Schichtdickenmessung						Messresultate Radwegbrücke Reppach Dielikon, BST 857 009.xls							
Träger 1 Hallenseite						Träger 2 Seite Aussenwand							
Messort	1	2	3	4	5	Messort	1	2	3	4	5	6	
1	320	366	283	350	277	310	1	364	354	410	335	240	436
2	349	322	249	343	241	260	2	361	332	279	345	217	275
3	364	432	284	362	344	288	3	336	338	288	352	265	278
4	320	336	307	332	250	262	4	302	310	267	346	236	294
5	304	357	296	343	250	270	5	305	304	272	345	251	287
6	317	343	280	330	255	290	6	316	363	477	345	246	397
7	330	422	470	327	253	289	7	305	388	312	402	255	305
8	370	350	297	333	277	370	8	354	341	266	332	267	309
9	370	350	425	318	240	266	9	322	354	279	322	240	297
10	320	459	345	350	255	245	10	326	389	251	390	270	290
11	321	339	389	324	244	267	11	342	355	272	369	250	284
12	255	410	443	369	277	353	12	315	382	290	366	294	327
13	301	352	310	338	253	263	13	288	304	270	335	230	274
14	315	325	320	326	230	263	14	264	317	272	305	225	263



Korrosionsschutz- Anstrich (Dicke in mü)

Die Vermessung der Schichtdicke von Bauteilen erfolgt berührungslos. Aus den Messdaten wird ein Messprotokoll erstellt, das dem Unternehmer oder dem Auftraggeber als Dokument zum Nachweis der erbrachten oder geforderten Leistung dient.

Es können festgestellt werden:

- Dicke einer Schicht (Bitumen, Farbe, Lack)
- Dicke von Lackschichten auf Bodenbelägen
- Wasser zwischen der Tragkonstruktion und der Bitumenschicht
- Loslösung der Bitumenschicht
- Unregelmässige Dichte des Baustoffes
- Einbetonierte Bewehrung
- Auswaschungen oder Hohlräume unter der Oberfläche
- Loslösungen oder Haftungsschwächen von Beschichtungen
- Lage von Spannkabeln und Position der Ankerköpfe von Spannstählen
- Porosität von Untergründen (Beton- Holz oder Steinmaterialien)
- Feststellen des Eindringvermögens von Beschichtungsmaterial in den Untergrund

Es spielt keine Rolle ob Sie die Dicke einer Korrosionsschutzbeschichtung oder Lacke, Harze oder Schichten, die mit Oxiden gefüllt sind, vermessen wollen. Mit unseren Verfahren messen Sie (fast) alle Schichten auf (fast) allen Untergründen.

Messverfahren und deren Aussagekraft

Das Verfahren, welches sich für alle gestellten Aufgaben einsetzen lässt, gibt es nicht. Ausgehend von der Aufgabenstellung muss das Verfahren gewählt und die richtige Anwendungstechnik festgelegt werden, damit die Aufgabe erfolgreich gelöst werden kann. Die heute verfügbaren Verfahren basieren auf technisch wissenschaftlich geprüften Grundlagen und erfüllen die Anforderung an Reproduzierbarkeit. Die Tabelle zeigt verschiedene Verfahren, den Aufgabenstellungen zugeordnet.

Verfahrensvergleich / Verfahren (Auszug - Anwendungstechnik)	IRSCAT Technik	Ultra- schall	Wirbel- strom	Feuchte	Radar	Photo- metrie	Tempe- ratur	Magnet. Feld- potential	NIR	KW IR 1	LW IR 2	Radio- wellen	Radio- logie *	HF Schall	Dichte Messung	CPM Messung
Risse	2	1	0	0	1	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Oberflächenfeuchtigkeit	2	1	0	2	1	2	2	1	0	2	2	0	0		0	2
Feuchtigkeit im Innern	2	0	0	1	2	0	1	0	0	2	2	1	2	1	0	1
Ausblühungen	2	0	0	0	0	2	1	0	2	2	2	0	0	1	1	0
Auswaschungen	2	0	0	0	1	1	2	0	2	2	2	0	0	1	1	0
Hohlräume unter der Oberfläche	2	1	1	0	2	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0
Loslösungen von Schichten	2	1	0	0	2	0	1	0	0	1	2	1	2	1	0	0
Loslösungen von Ankern	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0
Anordnung der Bewehrung	2	1	2	0	2	0	0	2	0	1	2	0	2	1	0	0
Länge von Ankern	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Haftung von Ankern	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Ortslage von Ankern	2	1	2	0	2	0	0	2	0	1	2	1	2	1	0	0
Wasserwege im Innern	2	1	1	0	1	0	1	1	0	2	2	0	1	0	0	0
Tiefliegende Hohlräume	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	2	1	0	0
Chemische Oberflächenveränderung	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Chloride	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
Sulfate	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
Gipsausblühungen	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0
Oberflächendichte	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	2	0
Oberflächenrauheit	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0
Materialausbrüche	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0
Fugenauswaschung	2	0	0	0	1	0	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0
Betondicke	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0
Fugenausbrüche	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	0	1	0	0	0
Hohlräume hinter der Konstruktion	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	0	0
Gesamtpunktzahl	42	15	8	3	21	8	9	8	20	30	36	7	23	15	5	3
In der Tabelle gelten:	2. Bevorzugtes Verfahren				1. Noch geeignet				0. Ungeeignet							
*	Anwendung an Auflagen gebunden															

Warum Bauwerksscanning:

- Technische Messverfahren sind unbestechlich.
- Resultate sind durch Dritte überprüfbar.
- Die Verfahren sind schnell und effizient im Einsatz.
- Die ableitbaren Ergebnisse liefern Antworten auf komplexe Fragestellungen.

Wozu dienen zerstörungsfreie Mess- und Prüfergebnisse?

- Zur objektiven Abschätzung von Kosten.
- Erkennen von Risiken im frühesten möglichen Zeitpunkt.
- Feststellen von sich anbahnenden Schäden im Frühstadium.
- Erstellen einer kompletten Dokumentation.

Bedeutende Vorteile und Nutzen für die Beteiligten am Bauwerk:

Für den Benutzer

Kaum Betriebsunterbruch
Keine Störungen im Umfeld
Mobil einsetzbarer Gerätepark

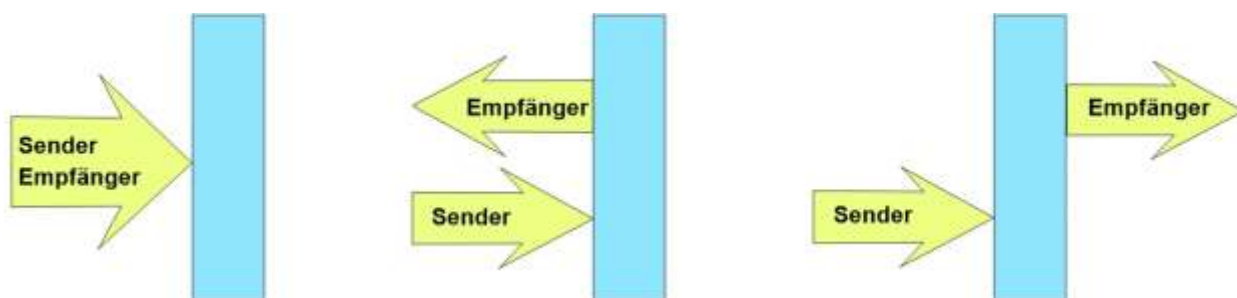
Für den Ingenieur	Erleichterung bei der Projektüberwachung Schnelle Verfügbarkeit wichtiger Informationen Mehr Sicherheit in Bezug auf Schadensansprüche durch Dritte Standardisierte Datenerhebung und rechnergestützte Beurteilung zur Unterhalts- und Instandhaltungsplanung Besser gesicherte Budgetplanung
Für den Besitzer	Hoher Werterhaltungsgrad und Substanzerhaltung Erleichterter Vollzug von Prüf- und Inspektionsaufgaben Optimierter Unterhaltsaufwand Verlängerung der Lebensdauer des Bauwerks Unbestechliche Dokumente zur Erhebung von Ansprüchen gegen Dritte Dokumente als Schutz vor Ansprüchen Dritter Abgesicherte und geprüfte Bausubstanz Verkaufswertsteigerung
Für den Unternehmer	Effektive Messdaten von der Baustelle Ergänzung und Unterstützung der eigenen Prüfressourcen Vorbeugende Instandhaltung durch Unterhalt und Inspektion am effektiven Bauwerk
Für die Versicherung	Ursachen Ermittlung bei einem Bauschaden (Sanierung, Versicherungs- oder Gerichtsfall) Gesicherte und geprüfte Bauwerke

Weil die Verfahren zur objektiven Bewertung von Beschichtungen technisch anspruchsvoll sind und zur Anwendung ausgebildetes Personal erforderlich ist, werden die Methoden durch die irscat.ch GmbH auch als Dienstleistung angeboten.

Mit dem Bauteil- und Bauwerkscanning schauen wir Schicht für Schicht in eine Baukonstruktion und erzeugen nach Bedarf aus den erfassten Daten ein 3D- Bild, sodass der Verlauf (Höhenlage, Richtung) eines eingebauten Teils sichtbar wird. Dadurch können Sie an jedem Ort ohne erhöhtes Risiko bohren. Wir machen konkrete Aussagen zum effektiven Verlauf einbetonierter Bauteile.

- **Zerstörungsfreie Mess- Inspektions- und Prüfmethode**
- **Scannen grosser Untersuchungsflächen**
- **Orten von Metall, Plastik-, PVC- oder Stromleitungen**
- **Erkennen von Objekten auch hinter Bewehrungsmatten**
- **Darstellung der Objekte in 2D- Draufsichten**
- **Darstellung der Resultate in Schnittbildern zur sofortigen Analyse**

Übersicht der zerstörungsfreien Mess- Inspektions- und Prüfmethoden



Energieeintrag

Strahlung (Heizstrahler, Heizdraht, Sonnenstrahlung...)
 Konvektion (Heissluft, Gasflamme)
 Leitung (Wärmeplatte, Flüssigkeit)
 Wirbelstrom
 Licht (Heizlampe, Gasentladung)
 Laser
 Mikrowelle

Technische Eckdaten

Messabstand von 0 bis 200 mm und mehr
 Messfleckgrösse < 1 mm bis mehrere cm
 Messgeschwindigkeit 300 ms und schneller
 Messgenauigkeit +/- 2% der Dicke
 Schaltfrequenz bis 100 kHz
 Alle Substrate (Kunststoff, Glas, Holz, Sten, Aluminium)

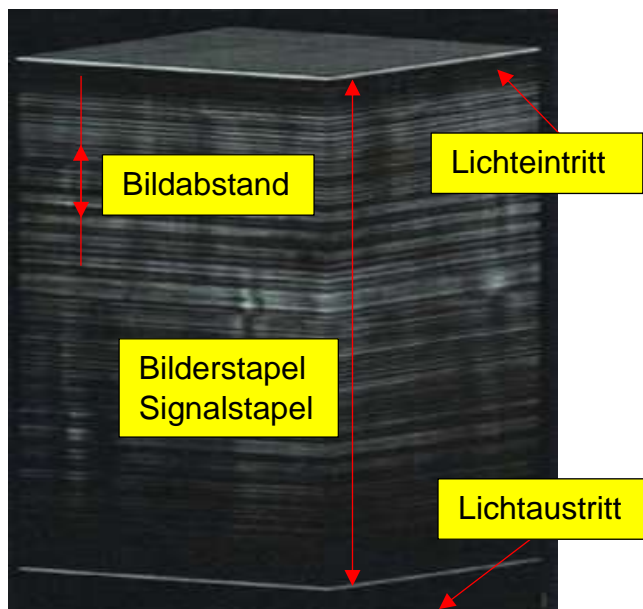
Anwendungen

Laminatdicke, Schichtauftrag
 Beschichtungen auf Kunststoff
 Dickenmessungen an Schlammbetonschichten
 Betonbeschichtungen (Tunnel, Kühlturm, Stollen)
 Bestimmung der Bewehrungstiefe
 Erkennen von Ankern und Spannstählen
 Fassadenbeschichtungen, Bodenbeschichtungen

Gut zu wissen

Zerstörungsfreie Messung
 Datenspeicherung, Datenauswertung, Datenvergleich
 Analog- und/oder Digitaler Datenausgang
 Nach Bedarf auch Netzwerkeinbindung möglich
 Extraktion geometrischer Grössen (z.B. Für CAD)
 Kartierung der Resultate

Tomografischer Datenstapel



Das Bild zeigt einen Stapel von Einzelnen OCT Bildern (300 * 300 Bildpunkte) die an einem Messort zur Bestimmung der Dicke einer Schicht erfasst werden.

Mit dem OCT Piccolo erfolgt die Vermessung der Schichtdicken an einem einzelnen Punkt.

Für Abklärungen, zur Beantwortung von Fragen oder für Testmessungen erreichen Sie uns unter info@swissquali.com.