

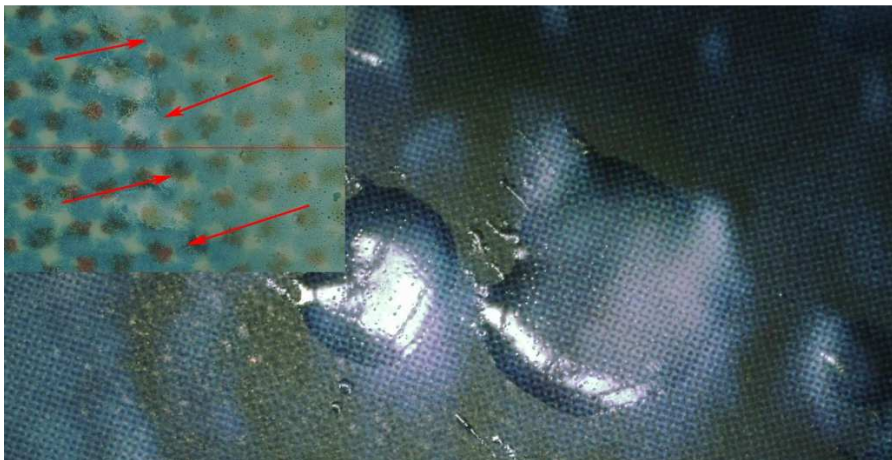
## Bestimmung der Lackschichtdicke auf Drucksubstraten

### Ausgangssituation

Zur Prozess- und Qualitätskontrolle an Druckmaschinen ist es notwendig, die Menge bzw. Dicke des auf das Substrat übertragenen Mediums genau einzustellen und zu kontrollieren. Für lasierende Druckfarben gibt es seit langem entsprechende Mess- und Regelsysteme. Diese nutzen den Zusammenhang zwischen optischer Dichte und Schichtdicke, um mittels Densitometer oder Spektralfotometer die Farbschicht zu vermessen. Für transparente oder opake Medien (Lacke, Metallpigmentfarben, Deckweiß, ...) existiert bisher kein entsprechendes System. Gerade diese Medien sind aber im Verpackungsbereich, der die am stärksten wachsende Branche der Druckindustrie umfasst, weit verbreitet. Neben dem Schutz und der Veredelung des Verpackungsmaterials werden u.a. auch die Barriereeigenschaften der Lacke genutzt, um z. B. die Diffusion von Mineralölbestandteilen aus dem Faltschachtelkarton in die verpackten Lebensmittel zu verhindern.

Sächsisches Institut für die  
Druckindustrie GmbH  
Institut des Vereins  
POLYGRAPH Leipzig e.V.

D-04329 Leipzig  
Mommensenstraße 2  
Tel +49 341 25642-0  
Fax +49 341 25942-99  
info@sidleipzig.de  
[www.sidleipzig.de](http://www.sidleipzig.de)



*Großaufnahme einer Spotlackierung: Übergang zum lackierten Bereich*

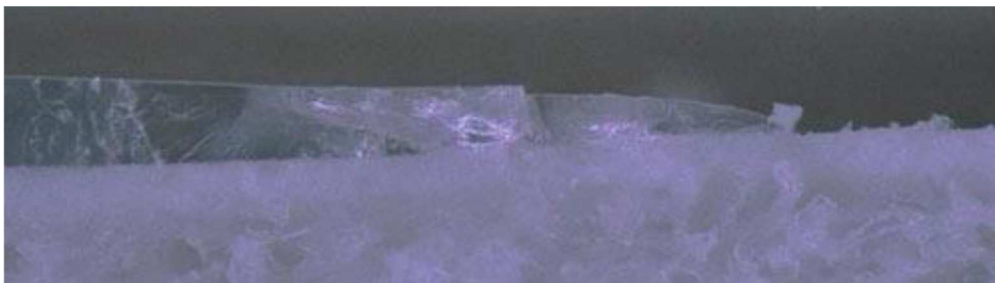
Die zu übertragende Lackmenge wird anhand von Maschineneinstellungen wie Drehzahl oder den Anpresskräften zwischen den Walzen vorgegeben. Beabsichtigte oder zufällige Änderungen der Prozessparameter können die Übertragung aber stark beeinflussen und so zu Abweichungen von der gewünschten Lackschichtdicke führen. Zu geringe Schichten können im Verpackungsbereich einen verminderten Schutz der Oberflächen der verpackten Ware zur Folge haben. Zu hohe Auftragsmengen wiederum können Probleme bei der Trocknung der Lacke sowie unnötige Materialkosten verursachen.

## Bisherige Messverfahren

Bisher erfolgt die Kontrolle der Auftragsmenge am fertigen Produkt gravimetrisch. Die Gewichtszunahme des Substrats während des Lackierens wird also der aufgetragenen Lackmenge gleichgesetzt. Auf Grund der geringen Schichtdicke ist aber eine sehr genaue Wägung im mg-Bereich erforderlich. Der Feuchtigkeitseintrag in das Substrat oder der Restwassergehalt des Lackes können dabei zu erheblichen Messfehlern führen. Erfolgt der Lackauftrag inline (zusammen mit dem Druck) ist eine spätere Unterscheidung der Gewichtsanteile von Druckfarbe und Lack kaum noch möglich. Bei Glanzlacken wird oft auf den erreichten Glanz als Maß für die Schichtdicke zurückgegriffen. Eine Korrelation zwischen Glanz und Schichtdicke besteht aber nur in sehr engen Grenzen und nur bei ausgewählten Materialien. Mangels anderer Lösungen ist die Glanzmessung als Verfahren zur Beurteilung von Homogenität und Konstanz der übertragenen Lackmenge in die Abnahmerichtlinie (Technische Abnahme von Lackwerken an Bogenoffsetdruckmaschinen) aufgenommen worden. Allerdings nur unter der Bedingung, dass dabei streng definierte Materialien eingesetzt werden. Weitere Verfahren wie Tast- und Lichtschnitt, mikroskopische oder interferometrische Messungen sind nur für den Einsatz im Labor geeignet.

## Entwicklungsziel

In diesem Projekt sollten die Grundlagen eines Messverfahrens entwickelt werden, das es ermöglicht, die Dicke einer transparenten oder opaken Lackschicht unter Produktionsbedingungen zu messen. Es sollte möglichst universell, unabhängig vom verwendeten Lack (Dispersions-, UV-, Drucklack) oder dem Drucksubstrat einsetzbar sein. Weiterhin bestanden sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Auflösung des Messverfahrens, da die zu bewertenden Lackschichten im Bereich weniger Mikrometer liegen.

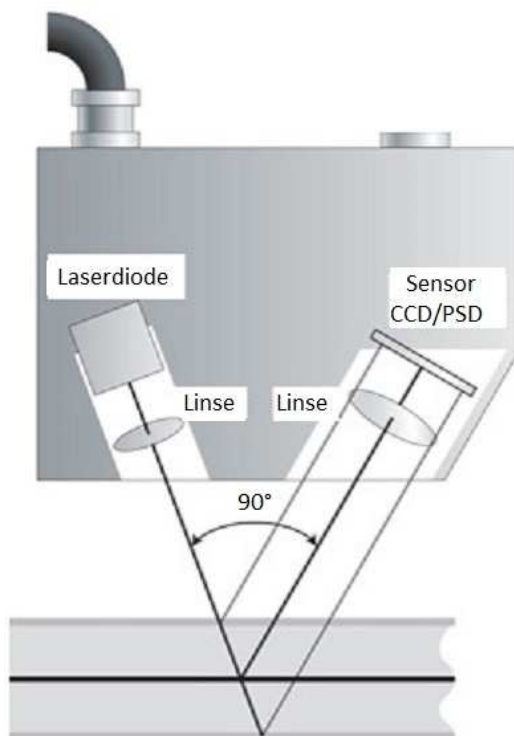


*Mikroskopaufnahme Lack auf Papier (Querschliff)*

## Lösungsansatz

Im Projektverlauf wurden verschiedenste Messprinzipien hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für die beschriebene Aufgabenstellung untersucht. Bevorzugt wurden dabei Verfahren, welche eine direkte Dickenmessung durch Detektion der Schichtgrenzen des Lackes ermöglichen. Damit sind einseitige, orts aufgelöste Messungen möglich, die zudem relativ unempfindlich gegen Störungen (Schwingungen, Substratschwankungen usw.) sind.

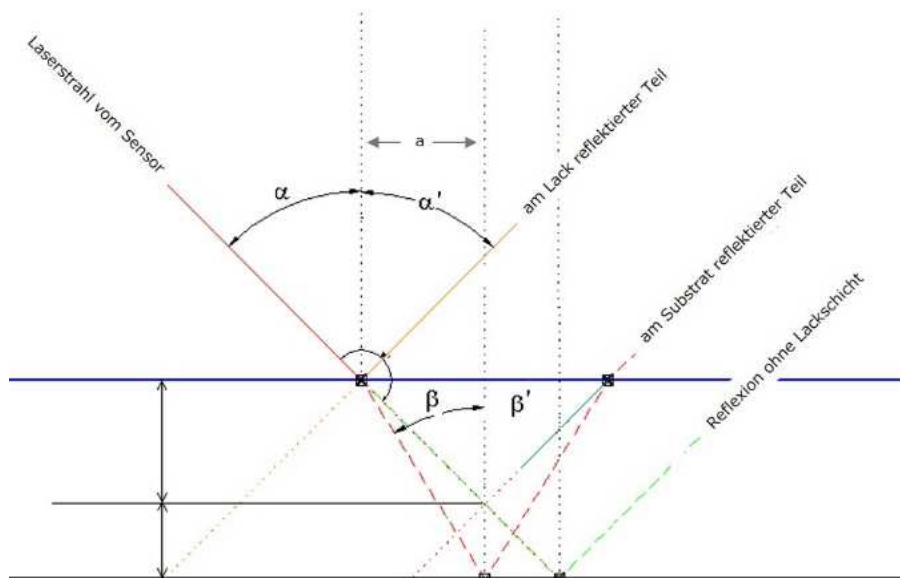
Derartige Verfahren setzen die Reflexion der jeweiligen Messstrahlung (Ultraschall, Wärmeimpuls, Laserlicht) an der Lackoberfläche sowie an der Grenzschicht zum Substrat voraus. Die Schichtdicke wird dann durch Laufzeitmessung, positionssensitive Empfangselemente oder anhand von Interferenzen berechnet.



*Messprinzip Triangulationssensor*

Als problematisch hat sich bei den meisten getesteten Verfahren die Schichtgrenze zum Substrat erwiesen. Dort konnte entweder keine definierte Reflexion erzeugt werden oder der Intensitätsunterschied zur

Reflexion an der Lackoberfläche war so groß, dass keine Auswertung möglich war. Die Materialeigenschaften von Lack und Substrat schließen in diesen Fällen die Anwendung aus.



### Strahlengang an transparenten Schichten

Die besten Ergebnisse konnten mit Lasertriangulationssensoren erzielt werden. Die Grenzen der Messfähigkeit werden hier hauptsächlich von der Auflösung des Empfängers und der Fokussierung des Laserstrahls bestimmt. Neben der Schichtdicke beeinflusst aber auch die Brechung des Laserstrahls an der Grenzfläche zum Lack die Position des empfangenen Lichtes und muss daher bei der Ermittlung exakter Messwerte berücksichtigt werden. Nach der Analyse der Intensitätsverteilung des empfangenen Lichtes wurden Auswertelgorithmen entwickelt, die eine subpixelgenaue Positionsbestimmung auf dem Empfänger ermöglichen. So wurden auch aus teilweise überlagerten Reflexionen noch einzelne Intensitätsmaxima extrahiert und die Schichtdicke berechnet. Dadurch konnte die Messfähigkeit eines bereits existierenden Sensors deutlich verbessert werden. Die durch Brechung an der Grenzschicht verursachte Verschiebung des Messstrahls ist proportional zur Dicke der durchstrahlten Schicht. Auch wenn der Brechungsindex des Lackes nicht exakt bekannt ist, ist daher bei den zu messenden geringen Schichtdicken auch nur mit geringen Fehlern (<10%) zu rechnen. Mit bekanntem Brechungsindex oder einer vorherigen Kalibrierung auf einen speziellen Lack könnte aber auch diese Abweichung noch verringert werden.



**Sächsisches Institut  
für die Druckindustrie**

## Resultate

Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe der Lasertriangulation die Messung transparenter Lackschichten auf Drucksubstraten auch im Bereich unter 10  $\mu\text{m}$  möglich ist. Die Messgrenzen vorhandener Systeme können durch Auswahl hochauflösender Empfänger sowie einer optimierten Strahlgeometrie in den Mikrometerbereich verschoben werden. Zusätzlich sind durch geschickte Auswertung des Empfangssignals auch Messgenauigkeiten unterhalb der physischen Auflösung des Sensors zu erreichen.

*Projektlaufzeit Februar 2018 bis Dezember 2019*

### Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Beatrix Genest  
Tel.: +49 341 25 642-28

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages