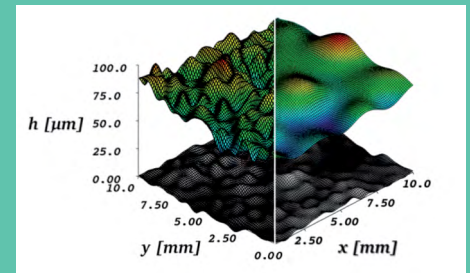
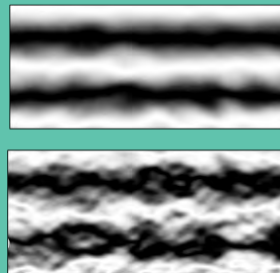


### Messung der Lackeigenschaften



### Struktur des Lackfilms



1 *Appearance-Vorhersage aus Lackeigenschaften.*

2 *Berechnete Filmtopografien zweier unterschiedlich schnell verlaufender Lacke auf welligem Substrat.*

## SIMULATION DES LACKFILMVERLAUFS

### VERLAUFSVERHALTEN VORHERSAGEN, VERSTEHEN UND VERBESSERN

#### Die Situation

Die Appearance zählt zu den wichtigen Kriterien bei der Bewertung der Beschichtungsqualität. Bei unvollständigem Verlauf weist die Lackschichtoberfläche nach der Trocknung eine mehr oder weniger starke »Orangenhautstruktur« auf. Simulationen helfen Lackrohstoffherstellern, Lackherstellern und Lackverarbeitern, die Aufgabe »Verlaufsverbesserung« zu beschleunigen und so Entwicklungskosten zu sparen. Dies gelingt zum einen, indem auf einen Teil der Applikationsversuche verzichtet werden kann, zum anderen können verlaufsbeeinflussende Rohstoffe gezielter als bisher ausgewählt werden. Insbesondere können die Simulationen im Gegensatz zu reinen Applikationsversuchen zeigen, wie der Anteil kurz-, mittel- und langwelliger Strukturen an der Filmwelligkeit jeweils gezielt eingestellt werden kann. Auf diese Weise können nach einer Beispielrechnung des Fraunhofer IPA bei der

Entwicklung eines Lackes mit Simulationen durchschnittlich 15 % Entwicklungszeit und 150.000 EUR Entwicklungskosten eingespart werden.

#### Simulation des Lackfilmverlaufs

Das am Fraunhofer IPA entwickelte Simulationsprogramm zur Berechnung der Lackfilmtopografie ermöglicht es, verschiedene Einflüsse auf das Verlaufsergebnis zu untersuchen:

- Tropfengrößenverteilung in der Spritzapplikation
- Zeitlich veränderliche Rheologie und Oberflächenspannung des Lackes
- Oberflächenspannungsgradienten als Folge inhomogener Verdunstung (Marangoni-Effekt)
- Schrumpfung durch Verdunstung
- Substratneigung und -struktur
- Luftströmung

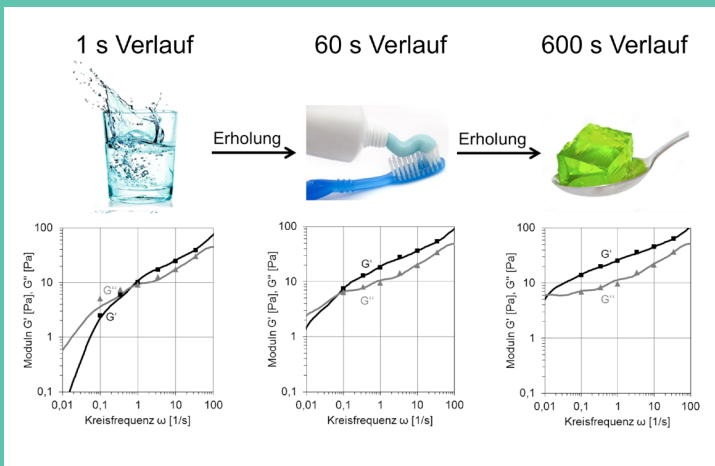
#### Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12  
 70569 Stuttgart

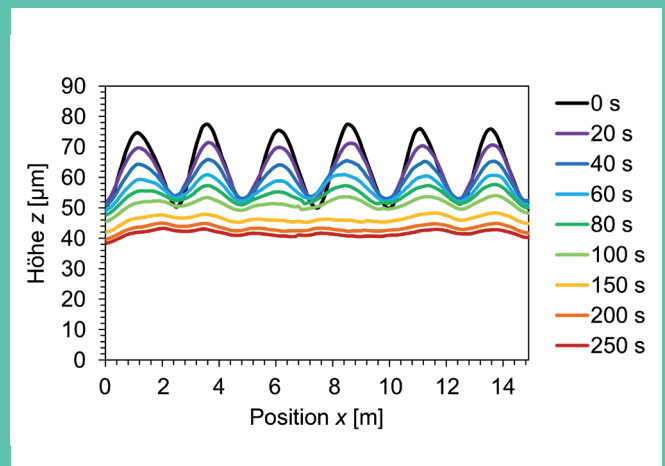
Ansprechpartner  
 Dr. Oliver Tiedje  
 Telefon +49 711 970-1773  
 oliver.tiedje@ipa.fraunhofer.de

Fabian Seeler  
 Telefon +49 711 970-1967  
 fabian.seeler@ipa.fraunhofer.de

[www.ipa.fraunhofer.de/lackiertechnik](http://www.ipa.fraunhofer.de/lackiertechnik)



3



4

- Verlauf von Mehrschichtsystemen, z. B. dünnflüssiger Klarlack auf noch fließfähigem Basislack oder Lackfilme mit hochviskoser Haut
- Verhalten an Bauteilkanten, z. B. Fettkantenbildung

Das Fraunhofer IPA ist die einzige Forschungseinrichtung, an der neben Verlaufssimulationen für einfache Modellflüssigkeiten auch Verlaufssimulationen für handelsübliche Lacke mit komplexen Fließeigenschaften angeboten werden. Dazu zählen Lacke, die sich beim Verlaufen gleichzeitig thixotrop und viskoelastisch verhalten. Hervorzuheben ist die experimentelle Validierung der Simulationsergebnisse, die die Praxistauglichkeit der Simulationen belegt.

### Unser Angebot

Wir unterstützen Sie dabei, die verlaufsrelevanten Lackeigenschaften und Lackierprozessbedingungen zu charakterisieren und leiten mit Simulationen Verbesserungsmöglichkeiten ab:

#### Aufnahme Ist-Zustand

- Messung der verlaufsrelevanten rheologischen Eigenschaften mit einem neuartigen Messablauf
- Messung der Lackoberflächenspannung
- Berührungslose Messung der Film- und Substratwelligkeit mit einem optischen Profilometer (Profillinien und Karten) einschließlich Echtzeitmessung des Einebnungs- und Schrumpfungsverhaltens
- Messung der Tropfengrößenverteilung bei der Spritzapplikation

### Simulationen

- Filmwelligkeit bei der Spritzapplikation (sog. Ausgangsgebirge)
- Umrechnung der realen gemessenen Lackeigenschaften in die verlaufsrelevanten Eigenschaften wie die Verlaufsgeschwindigkeit
- Bestimmung idealer Lackeigenschaften für einen Anwendungsfall

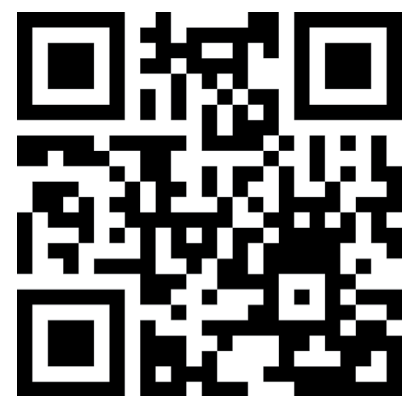
### Schlussfolgerungen

- Welche Lackeigenschaften und Applikationsbedingungen haben im jeweiligen Anwendungsfall einen nennenswerten Einfluss auf den Verlauf?
- Wie müssen diese verändert werden, um das Verlaufsergebnis dem gewünschten anzunähern?
- Wie kann insbesondere der Anteil lang- und kurzweiliger Strukturen gezielt und unabhängig voneinander verbessert werden?
- Wie groß ist der jeweilige Anteil der Thixotropie und der Verdunstung an der Veränderung der rheologischen Eigenschaften während des Verlaufs?

Bei der Interpretation der Daten kann das Fraunhofer IPA auf eine große Bibliothek an bereits gemessenen Eigenschaften handelsüblicher Lacke mit einem breiten Eigenschaftsspektrum zurückgreifen. Ergänzend zu Auftragssimulationen kann das Programm »Fraunhofer PaintVisco« auch als Jahreslizenz erworben werden. Es kann die verlaufsrelevanten Eigenschaften und das Verlaufsverhalten handelsüblicher Lacke aus rheologischen Messungen berechnen und ist dank seiner übersichtlichen Benutzeroberfläche für den Laboralltag besonders geeignet.

### Typische Fragestellungen

- Kurzweilige Strukturen sollen verstärkt werden, ohne langweilige Strukturen ebenfalls zu verstärken – wie müssen die Lackeigenschaften angepasst werden?
- Lackrezepturen/Chargen, die theoretisch gleich verlaufen müssten, verlaufen unterschiedlich – warum?
- Welchen optimalen Kompromiss kann man zwischen Schärfe einer Bauteilkante und Vermeidung von Fettkanten finden?
- Ein Lack aus einer Produktpalette verläuft besonders gut – wie müssen die Eigenschaften anderer Lacke aus der Produktpalette verändert werden, damit diese genau so gut verlaufen?



3 Änderung der viskoelastischen Eigenschaften während des Verlaufs.

4 Mit dem Profilometer in Echtzeit gemessene Einebnung eines welligen Films.