

## NUMERISCHE SIMULATION DES SPRITZ-LACKIERENS VORHERSAGE VON OVERSPRAY- UND LÖSEMITTELAUSBREITUNG

Spritzlackierverfahren sind durch ihre relativ großen Lackmaterialverluste sowie einen hohen Energieverbrauch geprägt. Das Overspray, d. h. die nicht auf dem Werkstück deponierten Lackpartikel, beeinflusst zum einen die Beschichtungsqualität durch Verschmutzungen auf dem Werkstück. Zum anderen ist es eine große Herausforderung für den Anlagenbau, wenn Lackrecycling sowie umweltschonende Lackiersysteme eingesetzt werden, um Energieverbrauch und somit CO<sub>2</sub>-Emissionen senken zu können.

Während des Beschichtungsprozesses mit Nasslack breitet sich das Lösemittel wegen des Verdampfungseffektes in der Lackierkabine sowie im Abluftbereich aus. Für den Anlagenbau müssen einige Kriterien hinsichtlich Arbeitsumwelt- und Brandschutz erfüllt werden.

Die Informationen über die Overspray- und Lösemittelausbreitung sind daher äußerst

wichtig für den Anlagenhersteller und -betreiber. Ebenso wichtig ist die Ermittlung von Lackaerosol-Konzentrationen am Arbeitsplatz hinsichtlich der arbeitshygienischen Anforderungen. Hier kann die Lackiertechnik aus der Anwendung numerischer Berechnungsprogramme zur Simulation von Strömungsvorgängen großen Nutzen ziehen.

Unter Berücksichtigung der zugrunde liegenden Physik im Spritzlackierverfahren werden die folgenden wichtigen Teilprozesse zur Berechnung der Lackoverspray- und der Lösemittelausbreitung betrachtet:

- 3-dimensionale turbulente Strömung in der Lackieranlage, einschließlich der vom Zerstäuber erzeugten Freistahlströmung
- Wechselwirkung zwischen zweiphasigen Strömungen (Gas-Tropfen- sowie Gas-Feststoff-Strömungen)
- Tropfentransport mit stochastischen Effekten

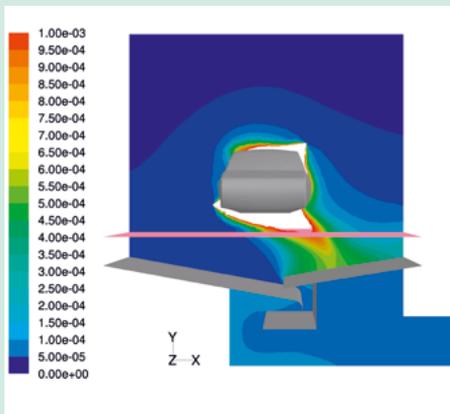
### Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

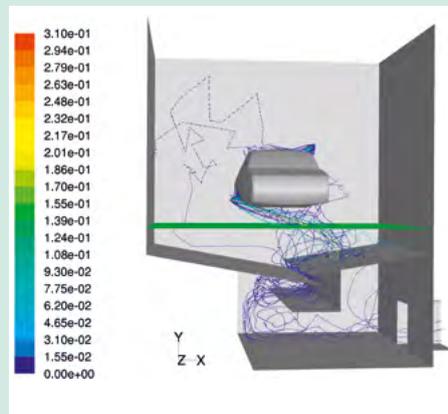
Ansprechpartner  
Dr. Oliver Tiedje  
Telefon +49 711 970-1773  
oliver.tiedje@ipa.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Qiaoyan Ye  
Telefon +49 711 970-1724  
qiaoyan.ye@ipa.fraunhofer.de

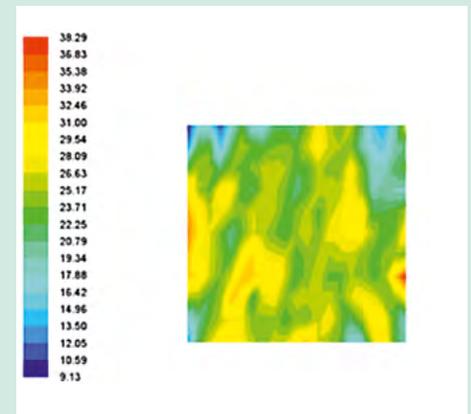
[www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)



1



2



3

- Abdunstung der Tropfen während des Transports
- Speziestransport in Luft wegen Lösemittelverdampfung
- Einfluss des elektrischen Feldes auf die Tropfenabscheidung beim elektrostatischen Beschichten

Als Beispiel sind in den Abbildungen einige der simulierten Tropfenbahnen in einer Lackierkabine gezeigt. Dabei wurden in der Simulation zwei HVLP-Automatikpistolen eingesetzt. Als Lackmaterial wurde ein 2K-PUR-Klarlack mit einem Festkörpergehalt und Butylacetat als Lösemittel verwendet.

### Bedeutende Ergebnisse aus Simulation

- Informationen, die aus der numerischen Simulation abgeleitet werden können, sind
- Das Strömungsfeld in der Anlage
  - Die Lackschichtdickenverteilung auf dem Werkstück
  - Der Auftragswirkungsgrad sowie die Partikelabscheidungsrate
  - Die detaillierte räumliche Verteilung der Partikelgrößen auf dem Werkstück sowie im Overspray.
  - Staubemissionen in Abluft

Die Lösemittel- und Partikelkonzentrationsverteilungen sowie die Partikelgrößenverteilung im Abluftbereich sind wichtige Informationen für die Anlagentechnik. Beispielsweise kann man anhand der Partikelgrößenverteilung den richtigen Filtertyp für ein Trockenabscheidesystem für das Lack-Overspray auswählen, um so die Filtereffizienz zu erhöhen.

### Was wir für Sie tun können

Wir unterstützen Sie bei der Planung und Umsetzung sowie Optimierung von Beschichtungsanlagen für Ihre Aufgabenstellung, indem wir die numerische Simulation mit sinnvollen physikalischen Modellen durchführen. Beispielhaft können wir berechnen:

- Lösemittelkonzentration sowie Staubemissionen bei Umluft-Betrieb unter Berücksichtigung des Lackdurchsatzes in der Applikation
- Optimierung der Kabinenströmung
- Optimierung des Filters für die Partikelabscheidung

In unseren Labors verfügen wir über exzellente Ausstattungen für Spritzbeschichtungsuntersuchung, nämlich verschiedene Zerstäuber in Lackieranwendungen, Laser-Beugungsspektrometer, Laser-Doppler- sowie Phase-Doppler-Anemometer für Charakterisierung der Partikel-Phase, Laserlichtschnittverfahren für Strömungssichtbarmachung und Nanolite® Punktfunkenblitzlampe zur Beobachtung des Zerstäubungsvorganges, so dass wir komplexe Untersuchungen zeitnah durchführen und die notwendigen Eingangsbedingungen für die numerische Simulation ermitteln können.

- 1 *Lösemittelkonzentration ( $g/m^3$ ) von Butylacetat. Die hohe Lösemittelkonzentration ( $> 11,4 g/m^3$ ) direkt in der Nähe der Zerstäuberdüse ist ausgeblendet.*
- 2 *Beispielhafte Tropfenbahnen (Skala Tropfendurchmesser von  $0.2 - 310 \mu m$ ).*
- 3 *Verteilung des maximalen Partikeldurchmessers ( $\mu m$ ) im Austritt.*