

Optische Charakterisierung der Zusammensetzung von Lacktröpfchen im Flug

Walter Schäfer^{1,*}, Dietrich Wolter², Martin Rößler³

¹ ai-quanton GmbH, Laudenbach, Germany

² AKEMI Chemisch-technische Spezialfabrik GmbH, Nürnberg, Germany

³ Duale Hochschule Sachsen, Dresden, Germany

*Corresponding author(s): info@ai-quanton.com

Die Qualität von Beschichtungen in der Spritzlackierung hängt maßgeblich von der Zusammensetzung der Lackteilchen ab, die während des Zerstäubungsprozesses entstehen. Diese sogenannten dynamischen Lackteilchen bestimmen entscheidend die Homogenität, den Farbton und die Oberflächenstruktur des Endprodukts. Trotz des hohen Automatisierungsgrades moderner Lackierprozesse existiert bislang keine geeignete Methode, um die Zusammensetzung einzelner Lackteilchen im Flug zum Substrat zu überwachen. Die vorliegende Arbeit beschreibt ein neuartiges optisches Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung, mit denen die Zusammensetzung dynamischer Lackteilchen anhand ihrer zeitlich aufgelösten Lichtstreusignale charakterisiert wird.

Das Verfahren basiert auf der Analyse der zeitlichen Abfolge von Lichtstreuintensitäten, die entstehen, wenn ein Lackteilchen einen geformten Lichtstrahl passiert. Die zeitabhängige Lichtstreuung wird von zwei oder mehr Detektoren erfasst. Aus der Reihenfolge der Signalmaxima lässt sich bestimmen, ob das Lackteilchen als semi-transparent oder nicht-transparent einzustufen ist. Durch statistische Auswertung vieler solcher Ereignisse kann die relative Anzahl semi-transparenter Teilchen N_{rel} bestimmt werden, die Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Lackteilchen erlaubt.

Die experimentelle Validierung erfolgte durch die Analyse von Lacktröpfchen in einem Spray, die aus Materialien mit unterschiedlichen Gewichtsverhältnissen zwischen Basislack und Farbkonzentrat hergestellt wurden $C_m = \{3\%, 5\%, 11\%, 13\%, 17\%, 23\%\}$. Die Tröpfchen wurden hinsichtlich ihres Transparenzgrades klassifiziert und gezählt. Aus den resultierenden Häufigkeiten wurde N_{rel} berechnet und mit dem jeweiligen Mischverhältnis C_m verglichen. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Korrelation zwischen N_{rel} und C_m (siehe Abb. 1): Mit zunehmendem Anteil des Farbkonzentrats sinkt der Anteil semi-transparenter Lackteilchen. Dieses Verhalten bestätigt die Eignung des vorgestellten Verfahrens zur quantitativen Charakterisierung der Zusammensetzung dynamischer Lackteilchen im Beschichtungsprozess.

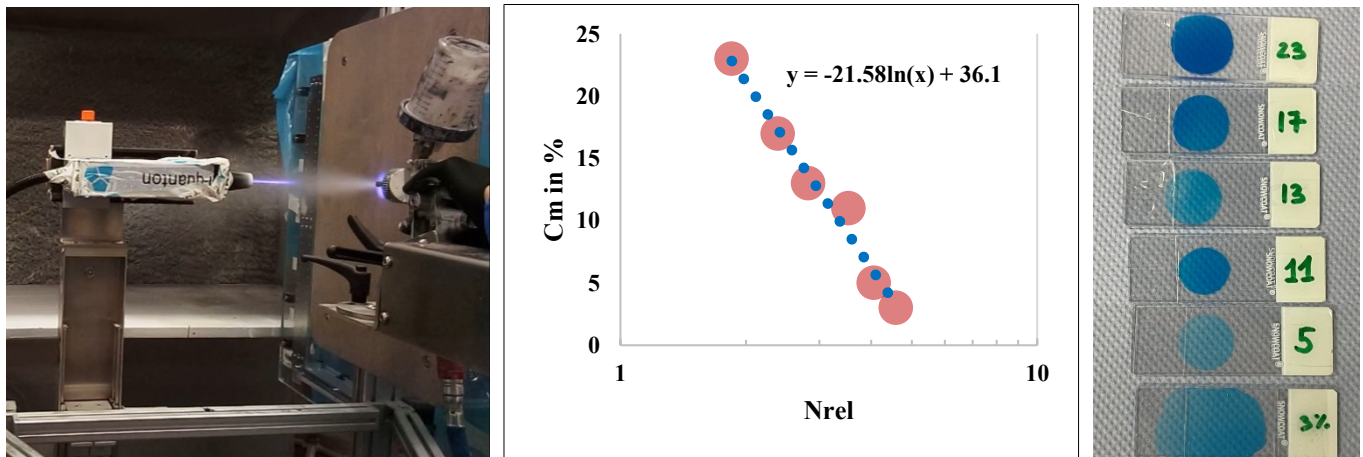


Abbildung 1: (links) Experimenteller Aufbau mit der Messsonde und einem pneumatischen Zerstäuber. (mitte) Korrelation zwischen dem Gewichtsmischverhältnis C_m und der relativen Anzahl semi-transparenter Lackteilchen N_{rel} . Mit abnehmendem Anteil des Farbkonzentrats steigt die Anzahl semi-transparenter Lackteilchen. (rechts) Lackproben der untersuchten Materialien. Die unerwarteten visuellen Unterschiede in der Transparenz resultieren aus geringfügigen Abweichungen im Abstand zwischen den Objektträgern.

References

- [1] Schaefer, W., Fleck, S., Haas, M., & Jakobs, T. (2025). Optical Measurement Method for Monitoring High-Mass-Concentration Slurry Sprays: An Experimental Study. *Photonics*, 12(7), 673. <https://doi.org/10.3390/photonics12070673>

Keywords: Spritzlackierung, Transparenzanalyse, Prozessüberwachung, semi-transparente Lackteilchen