

Effizientere Lackierprozesse durch selbstlernende Verhaltensmodelle

Die Zukunft des Lackierprozesses ist Thema eines aktuellen gemeinschaftlichen Forschungsprojekts. Das Ziel: Fehlerquoten und Stillstandzeiten reduzieren, den Lackverbrauch verringern und die Anlaufzeit für neue Farben verkürzen. Die beteiligten Projektpartner konnten die durchgängige Vernetzung der Prozess- und Qualitätsdaten in einem Demonstrator erfolgreich umsetzen.

Dr. Oliver Tiedje, Dr. Meiko Hecker

Die Lackierung gilt bis heute als eine nicht durchgängig beherrschbare Prozessabfolge. Die Anwender müssen mit Anlagenausfällen, Ausschuss und Nacharbeit rechnen, weil sie zum Beispiel die vorgegebene Lackschichtdicke nicht überall einhalten können. Um das Verfahren effizienter zu gestalten, forscht das Fraunhofer IPA gemeinsam mit den drei Unternehmen B + M Surface Systems, Helmut Fischer und AOM-Systems an der Optimierung des Lackierprozesses von Kunststoffteilen im Automobil- und Nutzfahrzeugbau mithilfe künstlicher Intelligenz (KI). Dabei werten intelligente Algorithmen sämtliche Daten aus, die während des Lackierprozesses anfallen, und warnen frühzeitig vor Fehlern.

Qualitäts- und Prozessdaten zusammenführen

Ziel des Forschungsprojekts ist es, die Anzahl der Fehler um 30 % und die Stillstandzeiten um 20 % zu senken. Außerdem soll die Optimierung den jährlichen Lackverbrauch verringern und die Anlaufzeit für neue Farben um jeweils 10 % verkürzen. Um das zu erreichen, führt die Methode Qualitätsdaten wie sichtbare Lackierfehler oder Schichtdickenmessungen mit Prozessdaten aus der Anlagensteuerung zusammen. Aus den Daten entsteht dann ein feingranulares Verhaltensmodell, das die Wissenschaftler mit einem maschinellen Lernverfahren auswerten. Die Algorithmen

sollen frühzeitig drohende Qualitätsabweichungen erkennen und auch gleich auf deren Ursache hinweisen.

Neu an dem Ansatz ist, dass er auch die Qualität des Spritzstrahls mit in die Datenauswertung einbezieht und somit einen oft noch nicht überwachten Faktor berücksichtigt. Außerdem kann die Methode neben den üblichen Anlagendaten auch die Qualität des Endprodukts mittels Terahertz-Messtechnologie sowie Farbtone messgerät überprüfen. Das Forschungsprojekt bildet also eine Klammer über die Prozessdaten der Anlage und des Spritzstrahls sowie die Qualitätsdaten des Produkts.

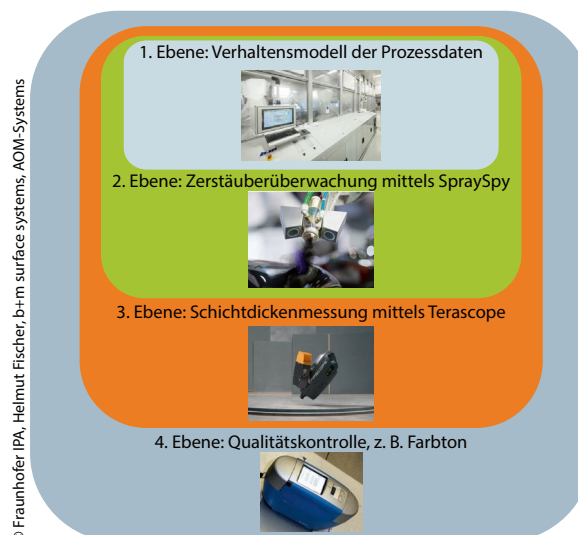
Die Projektpartner konzentrieren sich dabei auf die Lackierung von Stoßfängern, Rückspiegeln, Türgriffen und anderen Anbauteilen aus Kunststoff im Automobil- und Nutzfahrzeugsektor. Diese Branche hat einen enormen Produktdurchsatz und es besteht ein erhebliches Interesse an Effizienzsteigerungen. Zudem liegt in Lackieranlagen ein sehr hoher Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad vor, was den Einsatz von KI erfolgversprechend macht.

Überwachung des Spritzstrahls und der Schichtdicke

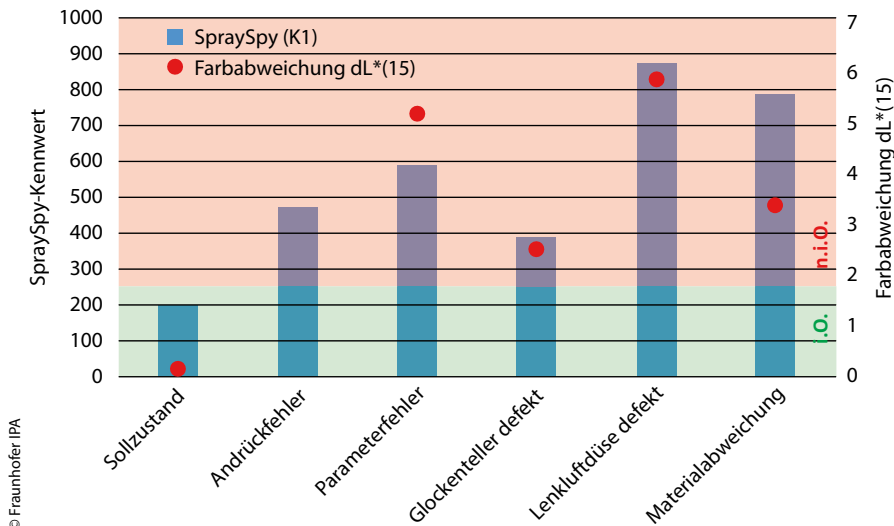
Um den Beschichtungsprozess zu überwachen, wird das Sensorsystem SpraySpy ProcessLine PL200 der Firma AOM-Systems genutzt. Dieses kontrolliert die Qualität des Spritzbilds während der Beschich-

tung und detektiert auch kleinste Abweichungen vom Sollwert. Das können zum Beispiel Änderungen in der Sprühstrahlgeometrie des lokalen Volumenflusses oder der Viskosität des Lacks sein.

Mithilfe der Terahertz-Messtechnologie Terascope TDS 5 von Helmut Fischer können außerdem in nur einem Prozessschritt die Dicken aller Schichten gleichzeitig und präzise überwacht werden. Dies erlaubt es, mehr Daten in kürzerer Zeit zu ermitteln und somit sowohl die Maschinenauslastung als auch die Prüffrequenz zu erhöhen.



Verhaltensmodell, aufgeteilt in Prozessebene und drei Ebenen der Qualitätsdaten für Lackierprozesse.



© Fraunhofer IPA

Mittlerer Spray Spy-Kennwert und Farbabweichung für verschiedene Fehlerkategorien: Die unterschiedlichen Fehlerbilder sind im Spray erkennbar und führen auch zu messbaren Abweichungen im Farbton.

Diese beiden neuen Datenquellen sind essenziell, um das Beschichtungsergebnis vorherzusagen und die Fehlerquelle zu bestimmen. Sie erlauben ein zuverlässiges Verhaltensmodell und damit eine bessere Vorhersagequalität im Feld. Dies wiederum führt zu der oben beschriebenen Fehlerminimierung, zu reduzierten Stillstandzeiten sowie der angestrebten, erhöhten Ressourceneffizienz.

Der Demonstrator

Ein erster Demonstrator wurde am Fraunhofer IPA aufgebaut: Dieser erfasst Prozessdaten wie den Lackdruck im 40-ms-Takt. Der SpraySpy überwacht den Sprühstrahl (1. Ebene der Qualitätsdaten) – die Qualität der Lackierung hinsichtlich Schichtdicken (2. Ebene) und der Farbtonkonstanz können die Wissenschaftler durch Farbmessungen (3. Ebene) bestimmen.

Der Demonstrator besteht aus einem 6-achsigen Lackierroboter, der mittels Hochrotationszerstäuber einen Metallic-Basislack aufbringt. Dabei wählen die Projektverantwortlichen Standard-Betriebs-

parameter aus der Industrie aus und manipulieren diese gezielt. Dadurch können sie verschiedene Fehler von ihrer Entstehung bis zu deren Auswirkung auf das Lackierergebnis beziehungsweise auf die resultierende Qualität der Beschichtung verfolgen. Ziel war es dabei, üblicherweise in der Produktion auftretende Fehler zu simulieren und charakteristische Bilder der Ursache zu erhalten, um die KI darauf anzulernen. Das sind:

- Andrückfehler,
- Parameterabweichungen,
- Lufteinschlüsse,
- defekte Glockenteller des Hochrotationszerstäubers und
- Abweichungen im Lackmaterial.

Die Sprayüberwachung mit dem SpraySpy liefert dann für diese Szenarien eine Zeitreihe. Aus diesen Werten können die Wissenschaftler mit statistischen Methoden Merkmale zur Unterscheidung zwischen dem Normal- (i.O.) und dem Fehlerfall (n.i.O.) generieren. Auf Basis dieser Daten lernt die KI das charakteristische Fehlerbild eines Defekts. In Zukunft soll das System so weiterentwickelt werden, dass es in der

Produktion nicht nur den Fehler erkennt, sondern diesen auch einer Fehlerursache zuordnen und automatisiert eine Handlungsempfehlung ausgeben kann (zum Beispiel Glockenteller reinigen oder tauschen). Durch die Beobachtung des Sprays mit dem SpraySpy können die Nutzer viele dieser Abweichungen nun schon während des Applikationsvorgangs detektieren und somit Fehler in einem sehr frühen Stadium erkennen. Damit vermeiden sie vor allem bei systematischen Abweichungen, wie Defekten im Equipment oder Chargenabweichungen im Lackmaterial, einen hohen Aufwand an Nacharbeit oder Kosten durch Ausschuss. Als nächster Schritt in diesem Projekt ist geplant, die bisher gewonnenen Erkenntnisse versuchsweise auf eine Serienlackieranlage zu übertragen. //

Das Projekt „Effizienzsteigerung von Lackierprozessen durch mehrschichtige Vernetzung von Prozess- und Qualitätsdaten mittels selbstlernender Verhaltensmodelle (pAInt-Behaviour)“ wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) Produktion, Dienstleistung und Arbeit betreut.

Autoren

Dr. Oliver Tiedje

Gruppenleiter Nassapplikations- und Simulationstechnik
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
oliver.tiedje@ipa.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de

Dr. Meiko Hecker

Geschäftsführer
AOM-Systems GmbH, Heppenheim
MH@AOM-Systems.com
www.aom-systems.com

AUTOMATISCH LACKIEREN



Tel. +49 (0)7195 / 185-0 | www.reiter-oft.de