Simulation in der Strahltechnik - Digitalisierung und Optimierung von Strahlprozessen

Einführung

In der industriellen Beschichtungstechnik nimmt die Digitalisierung eine zunehmend zentrale Rolle ein, da sie eine präzisere Auslegung komplexer Prozesse ermöglicht und eine visuelle Kommunikation zwischen Kunden, Mitarbeitern und Planungsabteilungen unterstützt. Durch den Einsatz von Simulationsmodellen können verschiedene Prozessschritte – von der industriellen Reinigung über den Lackauftrag bis hin zur UV-Härtung – vorab analysiert und optimiert werden. Im Projekt DigiStrahl speziell wurde dies nun auf die Strahltechnik erweitert, wobei der Bedeckungsgrad, die Oberflächenbeschaffenheit und die Fehlererkennung im Fokus stehen. Die Kombination aus kürzeren Simulationszeiten, einfacher Bedienung unter Windows sowie einer schnellen Einarbeitungszeit erlaubt es Fachleuten, bereits in der Designphase fundierte Entscheidungen zu treffen.

1. Simulationstechnologien in der industriellen Beschichtung

Die vorgestellten Simulationstools, die unter Bezeichnungen wie DLS-clean, DLS-coat, DLS-uv und DLS-blast firmieren, sind speziell auf die Anforderungen der industriellen Oberflächenbehandlung zugeschnitten. Dabei ermöglich DLS-blast im Speziellen, sowohl klassische Strahlprozesse als auch innovative Auslegungen abbilden zu können, was in Experimenten und in der realen Anwendung zu einer hohen Übereinstimmung der simulierten Ergebnisse mit den praktischen Resultaten geführt hat. Dabei werden unterschiedliche Parameter wie Strahlzyklen, Bewegungsmuster der Düsen und die Erzeugung der benötigten Oberflächenrauigkeit in einer präzisen gesteuerten Umgebung berücksichtigt, sodass der Einfluss individueller Prozessschritte systematisch überprüft und optimiert werden kann.

2. Technische Herausforderungen und Lösungsansätze

Die Realisierung genauer Simulationsmodelle stellt Fachleute dabei vor technische Herausforderungen, die sowohl die mathematische Modellierung als auch die Adaption an industrielle Messgrößen betreffen. Komplexe Bauteilgeometrien, wie sie beispielsweise bei Motorblöcken oder in großflächigen Tankanlagen vorkommen, erfordern eine detaillierte Aufschlüsselung der Bewegungsmuster der Reinigungsdüsen und eine adäquate Visualisierung der Fehlerbereiche. Eine der wesentlichen Herausforderungen liegt in der schnellen Erkennung von Fehlern und der flexiblen Anpassung von Prozessparametern, um eine homogene Schichtdicke oder einen konstant hohen Deckungsgrad zu erreichen. Die angewandten Lösungsansätze basieren auf einem engen Zusammenspiel zwischen Simulation und experimenteller Validierung, wodurch über kurze Simulationszeiten von wenigen Sekunden bis zu mehreren Stunden gezielt

Optimierungen vorgenommen werden können. Die einfache Integration der Software in typische IT-Umgebungen und der geringe Einarbeitungsaufwand ermöglichen zudem eine schnelle Rückkopplung zwischen theoretischer Simulation und praktischer Anwendung.

Beispielsweise werden in der industriellen Reinigung Bauteile in speziellen Kammern behandelt, wobei die Simulation einerseits die schnellen Anpassungen im Düsenverhalten abbildet und andererseits das Zusammenspiel von Reinigungszyklen und Schmutzentfernung visualisiert. Anhand von Experimenten, bei denen Bauteile mit öliger Wachsschicht farblich kodiert simuliert und anschließend in der praktischen Anwendung validiert wurden, konnten die hohe Übereinstimmung und der Nutzen der Simulation eindrucksvoll dargestellt werden. Auch im Bereich des Lackauftrags werden durch digitale Simulationen homogene Schichtdicken und optimale Roboterbahnen ermittelt, sodass eine gleichmäßige Behandlung gewährleistet ist und Schwachstellen frühzeitig identifiziert werden können.

3. Anwendungsbeispiele und Praxiserfahrungen

Im Rahmen des Projekts DigiStrahl wurde die Weiterentwicklung auf die spezifischen Kenngrößen der Strahltechnik vorgenommen, wie dem Bedeckungsgrad, der Rauigkeit und später auch die Haftfestigkeit eines folgenden Lackaufbaus. Neben der industriellen Reinigung und dem Lackauftrag werden so auch fortschrittliche Ansätze im Bereich des Druckluftstrahlens vorgestellt, bei denen sowohl manuelle als auch robotergestützte Anlagen simuliert und hinsichtlich ihrer Effizienz sowie Schadensmuster detailliert untersucht werden.

4. Ausblick und Zusammenfassung

Die Integration von Simulationstechnologien in die industrielle Beschichtungstechnik eröffnet vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung von Prozessabläufen und zur Steigerung der Produktqualität. Durch das Zusammenführen von experimentellen Ergebnissen und simulierten Szenarien wird es möglich, flexibel auf Prozessänderungen zu reagieren, Fehler zu erkennen und bereits in der Planungsphase die Machbarkeit einzelner Behandlungsschritte zu bewerten. Die praxisnahen Anwendungsbeispiele und die Bewertung unterschiedlicher Strahltechniken belegen, dass die einfachen Simulationen in diesem Bereich wesentliche Vorteile bieten, etwa durch verkürzte Simulationszeiten, eine intuitive Bedienbarkeit und eine schnelle Einarbeitung in bestehende Produktionsumgebungen. Mit Blick auf zukünftige Entwicklungen wird der Einsatz von Simulationsmodellen weiter zunehmen, um komplexe Prozesse noch präziser abbilden zu können und eine nachhaltige Optimierung in der industriellen Beschichtung zu ermöglichen. Fachleute profitieren dabei nicht nur von einer verbesserten Planung und Fehlererkennung, sondern auch von neuen Ansätzen zur visuellen Kommunikation, die den gesamten Entwicklungs- und Produktionsprozess unterstützen.