

Ultraschall plus Niederdruckplasma

Der zunehmende Einsatz additiv gefertigter Bauteile stellt an die Bauteilreinigung neue Anforderungen. Die Kombination von Ultraschall- und Niederdruckplasmareinigung ist eine Lösung.

Jörg Eisenlohr, Svenja Schweda



© plasma technology

Additiv gefertigte Bauteile bei der Feinstreinigung im Niederdruckplasma

Neben dem anwachsenden Bedarf nach additiv gefertigten Bauteilen haben die Anforderungen an die technische Sauberkeit im Bereich der industriellen Teilereinigung in den letzten Jahren stark zugenommen. Der damit verbundene steigende Anteil der Reinigung am Ressourceneinsatz innerhalb von Gesamtprozessketten regt dazu an, Reinigungsprozesse als einen wichtigen wertschöpfenden Verarbeitungsschritt anzusehen. Daher wird in Verbindung mit der additiven Fertigung die Reinigung nach einem pulverbettbasierten Fertigungsprozess sowie nach der spanenden Nachbearbeitung, die zum Beispiel der Herstellung von Funktionsflächen dient, vorgesehen.

Im Hinblick auf Folgeprozesse, beispielsweise Lackieren und Kleben, ist die Bauteilsauberkeit eine notwendige Voraussetzung, da sowohl partikuläre wie auch filmische Verschmutzungsrückstände zur Beeinträchtigung der Haftfestigkeit zwischen Bauteil und Beschichtungsmedium führen können.

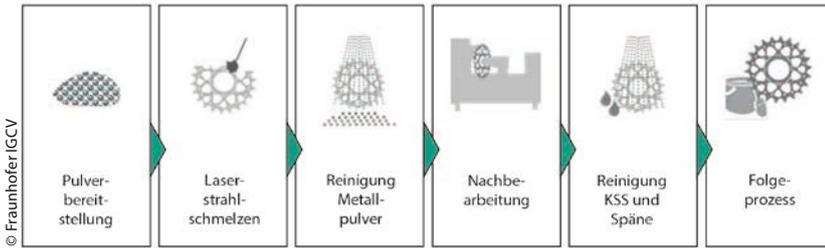
Schwierig zu reinigende Zwischenräume

Die additiven Fertigungsverfahren sind mittlerweile Bestandteil täglicher industrieller Produktionsprozesse. Beim Laserstrahlschmelzen (LBM) werden individualisierte Produkte auf Basis von CAD-Datensätzen durch schichtweises Verfestigen von Metallpulver aufgebaut. Die Bauteile

zeichnen sich durch sehr hohe Dichten aus und entsprechen in ihren mechanischen Eigenschaften nahezu denen des Grundwerkstoffs. Durch den Vorteil des LBM komplexe Strukturen erzeugen zu können, ergibt sich zugleich der Nachteil der prozessbedingten Ansammlung von fertigungsbedingten Verschmutzungen in feinen und somit schwer zugänglichen Zwischenräumen beziehungsweise Kanälen. Zur Entfernung partikulärer Verunreinigungen werden in der Regel luftführende oder wässrige Reinigungsverfahren eingesetzt. Für die filmischen Rückstände, die von den Ölen und Emulsionen der spanabhebenden Fertigung stammen, wurde nach einer praxiserprobten Reinigungsmethode recherchiert.

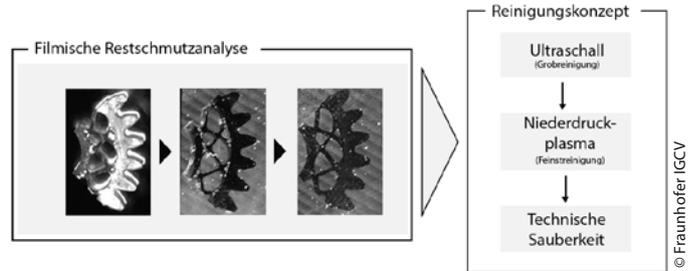
Dem Schmutz an den Kragen

Im Fokus der Untersuchungen standen die Verfahren Ultraschall-, Laser-, Trockendampf- und Plasmareinigung. Die quantitative, flächige Restschmutzanalyse zur Beurteilung der Reinigungsleistung erfolgt mittels eines automatisierten Laserfluoreszenz-Messsystems. Durch die induzierte UV-Anregung bei 405 nm werden vorhandene filmischen Verunreinigungen dargestellt, so dass das Ergebnis des im Plasma erfolgten Feinstreinigungsprozesses sehr gut überprüft und quantifiziert werden kann. Die Schichtdicken ausgewählter Produktionshilfsmittel lagen zwischen 1 und 200 µm. Durch Variation der



Additive Prozesskette – Methodische Konzeption der Bauteilreinigung nach dem Laserstrahlschmelzen

Ergebnisse Projektvorhaben – Reinigungskonzept im Kontext der technischen Sauberkeit additiv gefertigter Bauteile. Diese Prozessführung zeichnet sich durch geringe Rückverschmutzungen (circa 0,1 µm) sowie hohe Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit aus.



Kompaktanlage mit 32 Liter Kammervolumen, platzsparender Schiebetür, Mikrocontroller gesteuert mit Industrie PC zur Visualisierung, Prozessüberwachung und -dokumentation, Massflowcontroller sowie maximal zwei Gaskanälen und 600 W Generatorleistung

gen Produkte werden mit dem Arbeitsgasstrom aus der Vakuumkammer abgeführt. Dadurch wird eine Wiederanlagerung auf der Oberfläche ausgeschlossen, so dass am Ende des Prozesses ein sehr sauberes, für den nächsten Fertigungsschritt – Bedrucken, Lackieren oder Verkleben – vorbereitetes Bauteil steht.

Im Zuge des vom Freistaat Bayern geförderten Verbundprojekts Green Factory Bavaria hat sich herauskristallisiert, dass sich die Niederdruckplasmatechnik, ein langjährig am Markt eingesetztes und akzeptiertes sowie umweltneutrales Verfahren, besonders in Kombination mit der Ultraschalltechnik für die Reinigung additiv gefertigter Bauteile eignet. //

Plasmaparameter – Verweilzeit, eingekoppelte Leistung und Prozessgas – konnten alle aufgetragenen Substanzen abgereinigt werden.

Weitere inhaltliche Schwerpunkte der Reihe bildeten die Analyse und Bewertung der Verfahrensprinzipien sowie die Erarbeitung und Umsetzung eines Konzeptes zur Sicherstellung der Sauberkeit von additiv gefertigten Bauteilen in der Gesamtprozesskette. Die Kontaminations-, Reinigungs-, Sauberkeits- sowie Ressourcen- und Energieparameter wurden auf der Basis physikalischer Größen quantifiziert. Die Niederdruckplasmatechnik von plasma technology hat sich unter Berücksichtigung der zuvor genannten Parameter für den abschließenden Reinigungsschritt bewährt.

Vollständige Entfernung filmischer Verunreinigungen

Die vielversprechendsten Ergebnisse zeigt die Feinstreinigung im Niederdruckplas-

ma. Aufgrund des vorhandenen Vakuums in der Kammer entfernt sie selbst aus kleinen Aussparungen des Bauteils filmische Verschmutzungen nahezu vollständig, wenn sie mit einer vorgeschalteten Ultraschallreinigung kombiniert wird.

Die Aufgabe des Plasmas besteht darin, die nach der Ultraschallreinigung noch an den Oberflächen vorhandenen organischen Filme von Öl- und Emulsionsrückständen zu entfernen. Dadurch wird eine sehr gute Benetzbarkeit des Beschichtungsmediums erzielt und die Grundvoraussetzung für eine gute Haftfestigkeit geschaffen.

Bei der Reinigung im Plasma handelt es sich immer um einen trockenchemischen Prozess, der auf eine vorgeschaltete Grobreinigung folgt. Die reaktiven Spezies der Plasmaatmosphäre (Prozessgas Luft oder Sauerstoff) entfernen den dünnen organischen Kontaminationsfilm, in dem sie diesen beispielsweise in die gasförmigen Stoffe Wasserdampf H₂O und Kohlendioxid CO₂ überführen. Diese leicht flüchti-

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Eisenlohr
plasma technology GmbH
Herrenberg-Gültstein, Tel. 07032 91838-0
anfrage@plasmatechnology.de
www.plasmatechnology.de

M.Sc. Svenja Schweda
Fraunhofer IGCV, Fraunhofer IGCV; Augsburg
www.igcv.fraunhofer.de/rmv