

Präzisionsreinigung in High-Purity-Branchen

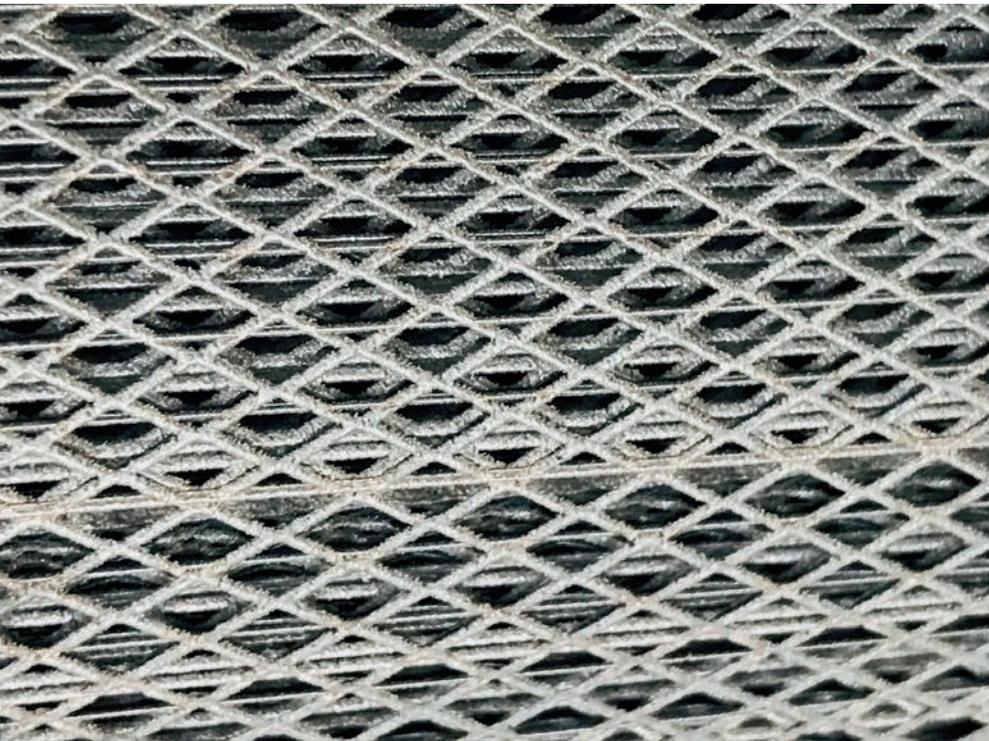
Bei der Herstellung von Präzisionsbauteilen für High-Purity-Branchen, wie die Medizintechnik, gehört eine adäquate Reinigung zu den anspruchsvollsten Aufgaben. Höchste Reinheitsanforderungen, komplexe Geometrien oder in die Oberfläche eingearbeitete Kontaminationen sind nur einige der Herausforderungen.

Gerhard Koblenzer

Die Herstellung von Präzisionsbauteilen in den High-Purity-Branchen wie der Medizintechnik sowie in einigen Automotive-Bereichen und der allgemeinen Industrie beinhaltet nicht nur hohe Anforderungen an die Bearbeitungsqualität. Das Erreichen der erforderlichen technischen Sauberkeit stellt inzwischen eine der anspruchsvollsten Aufgabenstellungen im Zuge der Prozesskette dar. Mit Entgraten und klassischem Reinigen allein ist es längst nicht mehr getan.

Wie in allen Industriebereichen mit partikulären Sauberkeitsanforderungen ist die Gratfreiheit unabdingbare Voraussetzung für das Erreichen der technischen Sauberkeit. Die gängigen Verfahren sind hinlänglich bekannt. In der Präzisionsreinigung sind weitere Aspekte zu beachten. So gilt es, den zusätzlichen Eintrag unerwünschter Stoffe zu verhindern. Zudem sind Material- oder Gefügeänderungen sowie eine negative Beeinflussung der Maßhaltigkeit auszuschließen. Probleme wie diese

können zum Beispiel durch den jeweiligen Entgratvorgang verursacht werden. Daher wird in den betroffenen Fertigungsbereichen ein gratfreier, gratvermeidender Vorprozess angestrebt. Mit der erforderlichen Oberflächenveredelung, zum Beispiel durch Schleifen, Läppen oder Polieren, werden gegebenenfalls bestehende Rest-Flittergrate beseitigt. Die Eliminierung von Minimalrückständen im Submikrometerbereich erfolgt etwa im Rahmen eines Etchingprozesses.



Die dritte Dimension

Neben der veränderten Charakteristik bei der Betrachtung organischer und anorganischer Verunreinigungen wird der Einfluss der Dreidimensionalität häufig übersehen. Darunter ist einerseits die Dreidimensionalität eines Bauteils zu verstehen: Die konstruktiv vorgegebene und in Fertigungsprozessen umgesetzte dreidimensionale Struktur hat Einfluss auf die Wirksamkeit der eingesetzten Reinigungsmedien und -verfahren. Durch komplexe

Additiv gefertigte dreidimensionale Oberflächenstrukturen stellen schon in den klassischen Industriebereichen eine Herausforderung dar. In der Medizintechnik oder Luft- und Raumfahrt lassen sie sich mit üblichen Herangehensweisen nicht adäquat reinigen.

In vielen Bereichen der Medizintechnik spielen filmische Verunreinigungen in Verbindung mit spezifischen Reinheitsanforderungen, komplexen Geometrien und gestrahlten/polierten Oberflächen mit „eingearbeiteter“ Organik eine wesentliche Rolle.



© iStock

geometrische Ausformungen, Kapillarstrukturen und Hinterschnidungen werden die Reinigungs- und Spülprozesse stark in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt oder gar blockiert. Ist dies schon bei klassischer Verschmutzung eine Herausforderung, erreicht man die filmischen und feinstpartikulären Verunreinigungen in diesen Geometrien durch bestehende Strömungswiderstände auf der Grenzschicht oft nicht oder nur noch unzureichend. Andererseits ist die dritte Dimension in der Oberflächenstruktur zu beachten: Abtragende Zerspanungs-, klassische Umform- sowie Oberflächenveredelungsprozesse haben neben ihren gewollten Ergebnissen auch erheblichen Einfluss auf die Bauteiloberflächen. So findet ein Material-

beziehungsweise Organikeintrag etwa bei Umformprozessen, speziell in den Innenradien, dem „Einarbeiten“ von Organik oder durch den Eintrag von fremder Anorganik durch Strahlprozesse statt. Dies führt zu Verunreinigungen in der Oberfläche, also der dritten Dimension. Bei der Beseitigung dieser eingearbeiteten Kontamination kann Waschmechanik lediglich unterstützend wirken. Letztlich muss diese häufig mittels eines gezielten nasschemischen Oberflächenangriffs gelöst werden. Wasserbasierte Prozesse ermöglichen diese Angriffe. Ähnliche Problematiken entstehen bei komplexen geometrischen Bauteilen, wie zum Beispiel Sintermetallstrukturen oder additiv gefertigten Komponenten, in Ka-

pillar-/Lumenstrukturen. Dabei geht es weniger um die „eingearbeitete“ Kontamination als vielmehr darum, dass Waschmechanik und Chemie an einige Stellen im Rahmen der Reinigungs- und Spülprozesse nur schwer herankommen. Hier muss die geeignete Waschmechanik die Hauptarbeit leisten. Geometrieunabhängige Reinigungsverfahren, wie die zyklische Nukleation (CNp), können dabei einen entscheidenden Unterschied machen.

Diffiziles Anforderungsspektrum

Neben dem Bedarf an „sauberen“ Vorprozessen und definierten Umgebungs- und Handlingsbedingungen stellen Präzisionsreinigungsprozesse besondere Anforder-

SEPELER GRUPPE

VIELSEITIG. SCHÜTZEND. BESTÄNDIG.

Unsere Beschichtung.

www.seppeler.de

SEPELER – BEI UNS KLAPPT'S



Lamellenstrukturen, wie beispielsweise bei Kühlelementen, stellen bedingt durch ihre Kapillarstrukturen hohe Anforderungen an die Reinigungstechnik. Ist ein gezielter Oberflächenangriff erforderlich, scheiden lösemittelbasierte Systeme aus.

© LPW

derungen an Material, Materialgüte/-konsistenz, Vorbearbeitung, Oberflächenfinish und Entgratqualität. Wird einer dieser Bereiche vernachlässigt, kann die geforderte Qualität nicht garantiert werden. Je nach Branche differiert die Aufgabenstellung:

- Medizintechnik: keine eingearbeitete Organik, die eine Keimbildung unterstützt. Keine unerwünschten Stoffe, wie zum Beispiel Chemierückstände, die zu einer Wachstumshemmung beitragen.
- Halbleiterzulieferer: keine Restorganiken, die später im Hochvakuumprozess „ausdampfen“. Reine Materialien ohne unerwünschte atomare Restlagen von unerwünschten Materialrückständen. Partikelfreiheit im kleinen Mikrometer- oder im Submikrometerbereich.

Bei beiden Beispielbranchen geht es um tolerierte Restverunreinigungen nahe am analytischen „Grundrauschen“. Aus diesen Anforderungen resultiert, dass eingesetzte Anlagensysteme in der Lage sein sollten, alle klassischen Reinigungs-/Spül- und

Trocknungsverfahren in einer Systematik zu vereinen. Die Prozessluftführung muss den geforderten Umgebungsparametern Rechnung tragen und das Arbeitsumfeld auf die verlangte Reinheitsklasse anpassbar sein. Zunehmende geometrische Komplexität in Kombination mit branchenspezifischen High-Purity-Parametern erfordert zudem neue geometrieunabhängige chemische und waschmechanische Verfahren. Die gängigen Reinigungsanwendungen, wie Flut-/Spritzprozesse, ultraschallunterstützte Verfahren aber auch CO₂-Strahlreinigung, sind sehr effizient, zeigen bei komplexen Geometrien in der Praxis aber häufig Schwächen.

Partikuläre Vorgaben im Mikrometer-Bereich

Die Anforderungen in High-Purity-Branchen sind mit den klassischen Aufgaben der allgemeinen Industrie oder den bekannten Reinheitskriterien der Automobilindustrie weder in Art noch Menge vergleichbar. Partikuläre Vorgaben im einstelligen Mikrometer-Bereich oder kleiner,

minimale organische Restmengen sowie Forderungen nach Biokompatibilität oder Reinheit im Zyto-/Endotoxizität-Bereich sind wesentliche Parameter. Technische Sauberkeit ist also neben Bearbeitungsqualität und Materialgüte inzwischen als wesentliche Produkteigenschaft zu sehen. Für die Anlagenhersteller bedeutet dies, ein „Quality Gate“ zu realisieren, das den spezifisch angepassten Abschluss eines Gesamtprozesses darstellt.

In der klassischen Feinreinigung, die den bewährten Regularien der VDA19 unterliegt, beeinflusst die Qualität der Vorprozesse den Reinigungsaufwand. Lediglich bei Vorhandensein von Bearbeitungsgraten ist der Reinigungserfolg gefährdet oder gar unmöglich zu erreichen.

In der Präzisionsreinigung ist die Gratfreiheit obligatorisch. Entgratverfahren sind allerdings hinsichtlich ihrer Einflüsse auf das Reinigungsergebnis zu prüfen. Denn kennzeichnend ist, dass alle Einflussgrößen des Vorprozesses, der Material-/Bauteilbeschaffenheit sowie der Umgebungsbedingungen großes Potenzial aufweisen, das Erreichen der spezifizierten Sauberkeit unmöglich zu machen. //



Der Autor

Gerhard Koblenzer
Geschäftsführer LPW Reinigungssysteme GmbH
Riederich
info@lpw-cleaning.com
www.lpw-cleaning.com
www.modulare-bauteilreinigung.de