Bewährte und neue Möglichkeiten

Gibt es das perfekte Reinigungsverfahren?

Das Spektrum der industriellen Reinigungsverfahren reicht von reinen nasschemischen Varianten über die Waschmechanik mit Spritz-, Flut- und Druckumflutprozessen bis zu neuen Möglichkeiten mit zyklischer Nukleation. Nach welchen Kriterien soll der Anwender auswählen, und welches ist das perfekte Reinigungsverfahren für die jeweilige Anforderung?

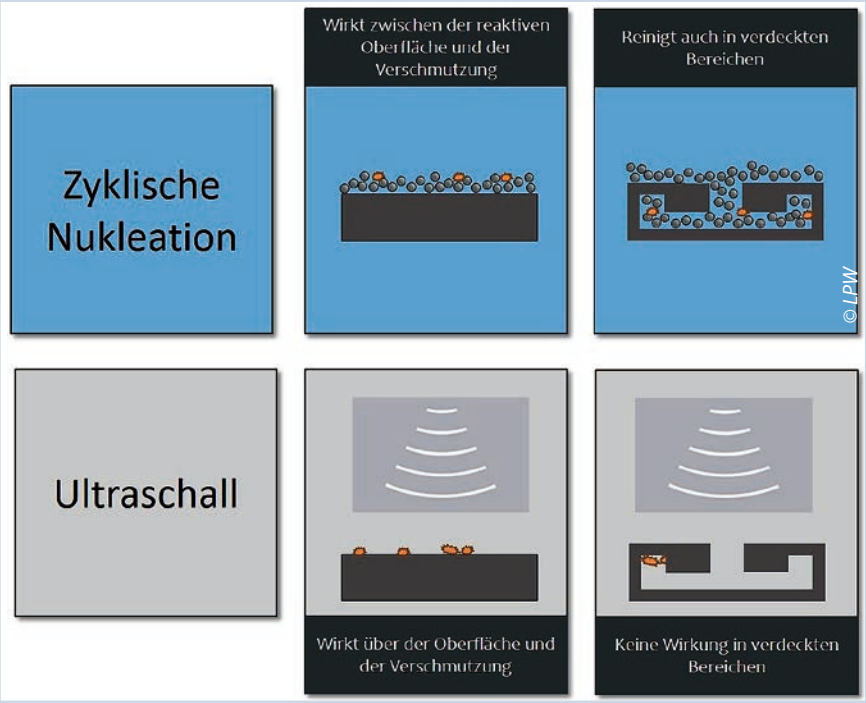
Kernaufgabe der industriellen Reinigung ist das Entfernen unerwünschter partikulärer oder filmischer Verunreinigungen auf der jeweils spezifischen Bauteiloberfläche mit organischen oder anorganischen Medien. Zum Einsatz kommen neben den geeigneten nasschemischen Verfahren auch waschmechanische Methoden in Form von Injektionsflut-, Strahl- oder Bürstverfahren sowie die Reinigung mit Ultraschall. Die Auswahl sowie Reihenfolge der jeweiligen Verfahren – auch unter Berücksichtigung von Temperatur und Zeit – ist stets abhängig von der jeweiligen Reinheitsanforderung, dem Reinigungsgut (Material, Gestalt und Rauigkeit) und der zu erwartenden Verschmutzung (Art, Zustand und Menge).

Auswahl des geeigneten Verfahrens

Die richtige Auswahl und auch Kombination der Medienaufbereitungssysteme entscheidet nicht nur über die Konstanz der Reinigungsqualität, sondern auch über die Dauer der Prozesssicherheit, die Effizienz und die Standzeit der eingesetzten Reinigungsmedien. Hierbei unterscheidet man zwischen klassischer Kreislauffiltration und Aufbereitung im Nebenstrom. Deren Art, Kosten und Komplexität sind ebenfalls stark von der jeweiligen Aufgabe abhängig.

Welches Medium ist für welche Aufgabenstellung am besten geeignet? Jede Substanz, ob in reiner Form polar (Wasser, gegebenenfalls mit Reinigerzusatz) oder unpolar (zum Beispiel Kohlenwasserstoffe, modifizierte Alkohole, chlorierte Kohlenwasserstoffe), hat ihre spezifischen Eigenschaften. Prinzipiell gilt jedoch der vereinfachte Grundsatz „Gleiches löst Gleiches".

Genauer betrachtet, muss man jeweils die individuellen Parameter berücksichtigen. Dazu gehören das Material des Werkstücks, der auf die Reinigung folgende Prozess und die Verunreinigungen auf der Werkstückoberfläche.



Prinzipvergleich zwischen zyklischer Nukleation (CNp) und Ultraschall

Qualität der Reinigung

Generell sind sowohl polare als auch unpolare Reiniger für die Vor-, End- und Feinstreinigung geeignet. Kohlenwasserstoffe und chlorierte Kohlenwasserstoffe hingegen eignen sich nicht für die Beseitigung von Salzen. Auch wären die Grenzen der klassischen wässrigen Reinigung ohne Einsatz der geeigneten Waschmechanik schnell erreicht. Darüber hinaus nimmt das Werkstück mit seinen Eigenschaften wie Grundmaterial, Struktur und Geometrie erheblichen Einfluss.

PER, ein chlorierter Kohlenwasserstoff, eignet sich nicht zur Anwendung

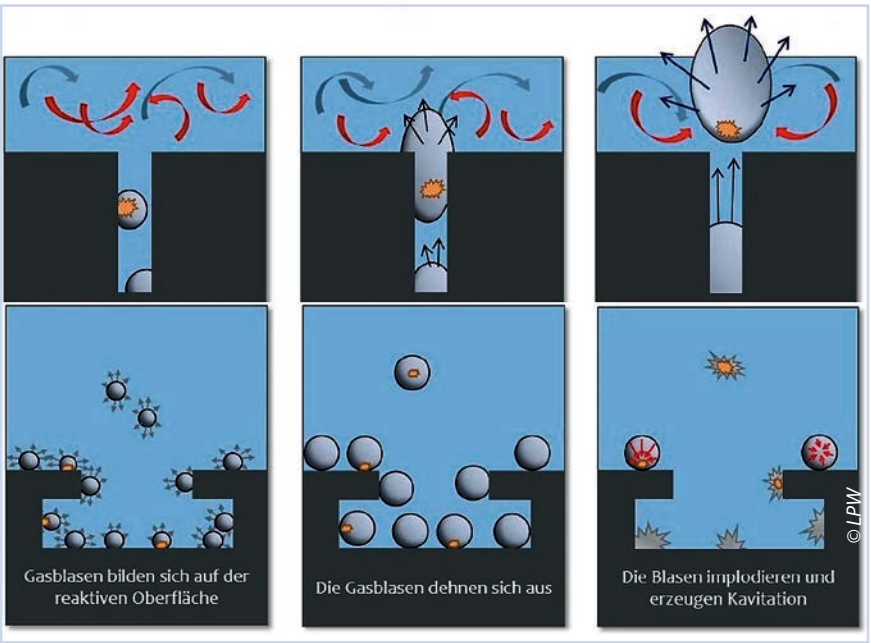
94 % Wasser, 5 % Reiniger, 1 % Öl. Deswegen entsorgen Sie?
HEUER Mikrofiltrations-Anlagen
Tel: 040 876391
info@heuergmbh.de

bei Kunststoffen. Sintermetalle lassen sich durch wässrige Reiniger nicht ohne das geeignete waschmechanische Verfahren bearbeiten. Die poröse, feinstkapillare Struktur behindert sowohl das Benetzen der verschmutzten inneren Oberflächenstruktur als auch den erforderlichen Medienaustausch und erlaubt somit nicht die Erfüllung der zwei wesentlichen Grundanforderungen an die industrielle Reinigungstechnik.

Von erheblicher Bedeutung ist die Art der unerwünschten Verunreinigung auf der Werkstückoberfläche. Zum Beispiel sind Seifen und Emulsionen sowie Pigmente (polar) am besten mit polaren Flüssigkeiten (Wasser) entfernbar; Harze und Klebstoffe hingegen nur mit unpolaren Lösemitteln. Flussmittel lassen sich nur mit modifizierten Alkoholen oder polaren beziehungsweise unpolaren Hybridverfahren entfernen. Beim Einsatz von Wasser kommt außerdem der zugesetzten Reinigungschemie mit ihren vielfältigen Fähigkeiten eine wichtige Rolle zu.

Der Einfluss der Waschmechanik

Bei der Waschmechanik unterscheidet man zwischen rein mechanischen Verfahren wie etwa Bürsten und naschemischen Varianten wie Spritz- und Flutreinigung.



Effekte der zyklischen Nukleation: Asymmetrischer Volumenstrom und Kavitation

Die häufigsten Spritzreinigungsverfahren erfolgen mit einem statischen Bauteil oder in Kombination mit drehenden oder linearen Relativbewegungen des Bauteils zum Düsensystem. Üblicherweise kommen wasserbasierte Reinigungsmedien zum Einsatz. Bei stärker anhaftenden Verschmutzungen empfehlen sich pulsende und / oder Hochdrucksysteme, die den waschmechanischen Effekt auf der Oberfläche deutlich verstärken. Durch eine vertikale Drehbewegung lassen sich die Reinigungsergebnisse auch bei schwierigen Geometrien deutlich verbessern.

Alle Spritzreinigungen neigen jedoch tendenziell zu Rückverschmutzungseffekten durch Partikel, die abprallen oder sich im unmittelbaren Umfeld befinden. So sind sie prinzipiell nur für einfache geometrische Formen mit gut erreichbaren Oberflächen geeignet. Bei Flutreinigungsverfahren taucht die Ware komplett ins Medium ein, was eine Benetzung der gesamten Bauteiloberfläche zur Folge hat. Das Reinigungsmedium erreicht – teilweise durch Unterdruckverfahren unterstützt – in der Regel alle Bauteilpartien. Durch eine Schwenk- oder Drehbewegung des Werkstückes und / oder die Medienführung / Strömung werden zusätzliche Reinigungseffekte erzielt. Speziell beim Druckfluten oder auch Injektionsfluten bewirkt der Düsendruck direkte mechanische Effekte. Durch die Relativbewegung des Werkstücks werden außerdem zusätzliche erwünschte Sog-Druck-Wechseleffekte erzeugt, die den Pro-

zess bei komplexen Geometrien stark unterstützen.

Anhaftende Feinverschmutzungen sind unter anderem mit kavitätischen Verfahren wie etwa Ultraschall entfernbar – oder durch die neue und sehr effektive Methode der zyklischen Nukleation.

Neues Sonderverfahren: Zyklische Nukleation

Die zyklische Nukleation (Cyclic Nucleation Process, kurz CNp) ist der waschmechanischen Flutreinigung zuzuordnen. Sie lässt sich mit bekannten verfahrenstechnischen Grundprinzipien erzeugen, indem eine mit Medium (zum Beispiel einer Reinigungsflüssigkeit) gefüllte geschlossene Kammer mit Unterdruck beaufschlagt wird. Die dabei entstehenden Gasblasen bilden sich auf allen reaktiven Oberflächen, auch in komplexen Strukturen wie etwa Kapillaren und Bohrungen. Bei plötzlicher Wegnahme des Unterdrucks fallen sie wieder in sich zusammen (implodieren) und erzeugen einen Druckschlag (Kavitation) mit einer spürbaren mechanischen Wirkung auf der gesamten Bauteiloberfläche – gerade in verdeckten oder kapillaren Bereichen. Der entscheidende waschmechanische Effekt – und das ist die eigentliche Neuerung – besteht in der Definition eines fest eingestellten Zyklus zwischen einem unteren Schaltpunkt im Vakuum und einem oberen Schaltpunkt im Unterdruck oder auch im Überdruck,

Fähigkeitsspektrum fluidbasierter Reinigungsverfahren

	H2O	Zykl. Nucl. H2O	KW	Alk.-Prop.	Lösem + H2O	PER
Vorreinigen	+ (4)	0	+	+	+	+
Endreinigen	+ (4)	+ (4)	0	+	+	+
Feinstreinigen	+ (4)	+ (4)	0 (1)	0 (1)	+	+
fleckenfrei	+ (4)	+ (4)	0	0	+	0
salzfrei	+ (4)	+ (4)	-	0 (2)	+	-
Kleinteile/ Schüttgut o. Drehbewegung	-	+ (4)	0	0	0	+
Ebene Flächen aufeinanderliegend	-	+ (4)	-	0	0	+
Sacklöcher < Ø1mm	-	+ (4)	-	+ (1)	0	+
Sintermetall	0	+ (4)	-	+ (1)	0	+

(+) gut (0) bedingt (-) mangelhaft
(1) mit Ultraschall (2) mit polaren Zusätzen
(3) Zusatz von Konservierungsmittel (4) materialabhängig

© LPW

Die zyklische Nukleation ermöglicht ein erweitertes Einsatzspektrum von wässrigen Reinigern

der beliebig oft wiederholt und variiert werden kann. Daher der Begriff der „zyklischen Nukleation". Bei den physikalischen Effekten von CNp handelt es sich prinzipiell um dieselben, die auch bei den bekannten Ultraschallprozessen auftreten. Der Kavitationseffekt ist zwar tendenziell schwächer, er entfaltet sich aber auch zwischen der Verunreinigung und dem Substrat – und das auf der gesamten Bauteiloberfläche, auch im Innenraum von komplexen 3D-Strukturen, in den Ultraschall nur bedingt vordringen kann.

Dieses Verfahren ist somit allein oder auch ergänzend zu klassischen Reinigungsverfahren anwendbar. Aufgrund der isostatischen Eigenschaften von Flüssigkeiten pflanzen sich die oben genannten Druckveränderungen auch bis in die letzten Winkel komplexer Innengeometrien fort. In Folge entsteht ein Medienfluss und -austausch in allen – gerade auch kapillaren – Bereichen des Bauteils.

Die durch Unterdruck entstandenen Gasblasen wachsen und schrumpfen durch die Druckamplituden fortlaufend. Das schafft die Voraussetzung dafür, dass Partikel und Verschmutzungen an schlecht zugänglichen Stellen gelöst und aus dem unmittelbaren Bereich des Bauteils transportiert

Möglichkeiten der Flutreinigungsverfahren

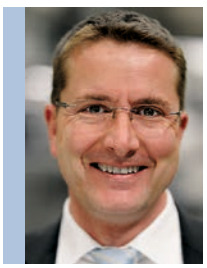
werden. Diesen Vorgang kann man als „asymmetrischen Volumenstrom“ bezeichnen, da er selbst in jenen kapillaren Strukturen einen Medienstrom und Verschmutzungsaustrag gewährleistet, die ein ungünstiges Querschnitt-Längen-Verhältnis aufweisen.

Neben den Unterdruckverfahren haben sich auch Varianten entwickelt, die mit Druckschwankungen von Unter- bis hin zum Überdruck arbeiten. Diese erhöht die waschmechanischen Effekte durch eine höhere Intensität des kavitätischen Moments.

Der Anwendungsfall entscheidet

Die Darstellung der einzelnen Reinigungsverfahren und ihrer Vor- und Nachteile zeigt: Es gibt nicht das eine perfekte Reinigungsverfahren für das breite Spektrum der industriellen Aufgabenstellungen. Auf den ersten Blick scheint die richtige Auswahl und Kombination nicht einfach zu sein. Dennoch: Betrachtet man den erforderlichen Reinigungsprozess aus der Zusammensetzung Material, Verschmutzung und Reinheitsanforderung heraus, drängt sich die richtige und zielführende Variante regelrecht auf. In einigen Fällen ergeben sich auch gleichwertige Alternativen.

Die fertige Anlagenlösung hat sich dann noch an Themen wie Durchsatz, Betreiberkonzept und fertigungslogistische Einbindung auszurichten. Ist der Betreiber sattelfest in der Formulierung seiner Anforderung – auch was den Teilefluss und Schmutzeintrag betrifft –, steht einer bedarfsgerechten Auslegung der industriellen Reinigungsanlage wenig entgegen.



Gerhard Koblenzer
Geschäftsführer, LPW Reinigungssysteme GmbH, Riederich,
Tel. 07123 38040,
info@lpw-reinigungssysteme.de,
www.lpw-highpurity.de,
www.lpw-reinigungssysteme.de

LIST-MAGNETIK
Schichtdickenmessung

Schichtdickenmessgeräte Made in Germany
Hohe Genauigkeit – einfache Bedienung
Für Stahl und NE-Metalle mit kombinierter Sonde

TOP-CHECK
um 90° schwenkbare integrierte Messsonde, kontrastreiche beleuchtete OLED-Anzeige mit Bluetooth-Schnittstelle zur Übermittlung der Messergebnisse zur TOP-CHECK-APP

MEGA-CHECK Pocket
mit externer Sonde zum Einsatz bei Stahl und NE-Metallen

MEGA-CHECK Master
mit großer Auswahl von Messsonden für vielfältigen Einsatz bei Stahl und NE-Metallen, Scan-Messung für raue Oberflächen, Duplex-Messung bei beschichteter Verzinkung

PaintExpo
Halle 2 | Stand 2615

LIST-MAGNETIK
Dipl.-Ing. Heinrich List GmbH
Max-Lang-Str. 56/2
D-70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel.: +49 711 / 90 36 31-0
info@list-magnetik.de
www.list-magnetik.de

Qualität hoch drei durch Hochdruck.

- **Entgrattechnik**
  Innovative Anlagen und Komplettlösungen mit Wasser oder Schneidöl
- **Reinigungstechnik**
  Modulare Anlagentechnik zur Spritzreinigung
- **Lohnarbeit**
  Entgraten und Reinigen – Professionell, unkompliziert, schnell – auch in Kleinserie

PILLER – HighTech Cleaning Solutions

www.piller-online.com