Drei Stellhebel für bessere Spülqualität

Artikel vom **1. September 2026**
Qualitätsmanagement

Prozesssichere High-Purity-Reinigung: Warum Spülen über Erfolg oder Ausschuss entscheidet. Reinstwasser allein reicht nicht. Entscheidend sind Wasserqualität am Point of Use, minimale Verschleppung sowie passende Werkstoffe und eine hygienisch ausgelegte Anlagentechnik. Der Beitrag über die BvL Oberflächentechnik GmbH zeigt, warum das Spülen zum systemkritischen Prozessschritt wird und welche drei Stellhebel für prozesssichere Reinigung sorgen.



Hohe Spülqualität für die High-Purity-Reinigung: Probereinigungen im BvL-Technologiecenter mit der Reinigungsanlage »Atlantic« und einer Reinstwasseraufbereitungsanlage. Bild: BvL Oberflächentechnik

Ein Bauteil kann nur so sauber werden wie die letzte Spüle. Insbesondere bei High-Purity-Komponenten entscheidet das Spülen darüber, ob Partikel und organische Rückstände zuverlässig entfernt werden – oder Rekontamination zum Ausschuss führt. Wasserqualität am »Point of Use«, minimale Verschleppung und eine passende Anlagentechnik werden damit zu entscheidenden Stellhebeln für Prozesssicherheit.

Das Spülen entscheidet

Beim Spülen entscheidet sich, ob High-Purity-Bauteile die geforderten Sauberkeitsgrenzwerte erreichen, oder ob eine Rekontamination nach der Reinigung Ausschuss verursacht. In Halbleiter?, Optik?, Medizin- und Präzisionstechnik entscheidet absolute Sauberkeit u?ber Performance und Verlässlichkeit. Wenn Bauteile mit komplexen Geometrien partikulär bis 0,5 Mikrometern und ru?ckstandsfrei auf molekularer Ebene gereinigt werden mu?ssen, braucht es mehr als Standardtechnik. Bei der BvL Oberflächentechnik verbinden sich Prozess? und Materialverständnis mit passgenauer Anlagentechnik. Ein Praxisbeispiel zeigt die Auslegung von Reinigungsanlagen für High-Purity-Spülprozesse.



Die Reinigungsversuche im BvL-Technikum finden unter Reinraumbedingungen statt. Bild: BvL Oberflächentechnik

Als Beispiel für die praktische Umsetzung nennt BvL Oberflächentechnik Reinigungsanlagen, die für eine hohe Spülqualität ausgelegt werden können – unter anderem durch getrennte Medienkreisläufe, geeignete Werkstoffauswahl und prozessbegleitende Überwachung der Wasserqualität. Dafür werden die »NiagaraUP«-Kammerreinigungsanlage und die »AtlanticTR«-Tauchreinigungsanlage genutzt. Probereinigungen sind im firmeneigenen Technikum möglich. Für Tests steht außerdem eine Reinstwasseraufbereitung (»EnviroFALK«) zur Verfügung.

Reinigung auf wässriger Basis

Die BvL Oberflächentechnik ist einer der größten Anbieter für industrielle Reinigungsanlagen auf wässriger Basis in Deutschland. Als Systempartner bietet das Unternehmen individuelle Kundenlösungen an – von der kleinen kompakten Waschanlage über Filtrations- und Automationslösungen bis hin zu komplexen kundenspezifischen Großprojekten mit Prozessüberwachung. Entscheidend sind drei Faktoren:

- Reinstwasserqualität direkt am »Point of Use« (Partikel, Organik/TOC, Leitwert, pH).
- Minimale Verschleppung zwischen den Prozessstufen und definierte Spülführung.
- Anlagentechnik und Kreislaufhygiene: geeignete Werkstoffe, durchdachte Rohrleitungen sowie kontinuierliches Monitoring.

Was sind die Hintergründe dieser Stellhebel? Warum wird Spülen in der High-Purity-Bauteilreinigung zum systemkritischen Prozessschritt?

Medien als limitierender Faktor

In der High-Purity-Bauteilreinigung gelten Sauberkeitsanforderungen wie in keiner anderen Branche: zulässige Obergrenzen der chemischen Zusammensetzung der Bauteiloberfläche in Atom-Prozent, geringe Ausgasungsraten und Partikelfreiheit im Submikron-Bereich. Der Grund für diese hohen Anforderungen resultiert aus den extremen Vakuum-Bedingungen, in denen die Bauteile eingesetzt werden; beispielsweise in der EUV-Lithografie, in der Raumfahrt oder in Massenspektrometer für die Analytik. Bei diesen Anwendungen wird Sauberkeit zum Systemmerkmal. Damit ist gemeint, dass das ganze System so ausgelegt werden muss, dass hohe Grenzwerte erreicht und Rekontaminationen ausgeschlossen werden. Dies gilt insbesondere für die verwendeten Medien, denn jedes Kontaktmedium muss ebenfalls die hohen Grenzwerte erfüllen, um die Spezifikation nicht zu verletzen. Ansonsten kann das Bauteil erst gar nicht entsprechend gereinigt werden oder es droht eine Rekontamination. Für die Umgebungsluft und Prozessluft sind die Grenzwerte beispielsweise über HEPA-/ULPA-Filtration und Reinraumtechnik grundsätzlich beherrschbar. Aufwendiger ist hingegen das Prozesswasser. Beim Spülen darf es selbst keine Verunreinigungen wie Partikel oder Organik auf das Bauteil tragen, ansonsten droht eine Rekontamination und damit ein Ausschuss des Bauteils.

Was »Spülen« bedeutet

Spülen ist nicht einfach ein »Abwaschen« von Reiniger, sondern im Wesentlichen eine Verdünnung des verschleppten Flüssigkeitsfilms auf der Bauteiloberfläche mit Spülwasser. Durch das Verdünnen erfolgen zugleich ein Abtragen und Austragen der verbleibenden Kontaminationen. Damit wird Spülen zum Problem des Stofftransports: Ziel ist die definierte Absenkung der Kontaminationskonzentration von Stufe zu Stufe bis unter die maßgeblichen Grenzwerte (partikulär wie auch filmisch/organisch). Kurz formuliert: Das Bauteil kann nur so sauber werden, wie es die letzte Spüle ist.

Wesentliche Faktoren für eine gute Spülqualität

Die wesentlichen Faktoren für eine gute Spülqualität sind die Wasserqualität und die minimale Verschleppung. Die erforderliche Wasserqualität hängt von den einschlägigen Sauberkeitsanforderungen ab. Häufig wird sogenanntes Reinstwasser oder »Ultra Pure Water« (UPW) in den letzten Spülen eingesetzt, wobei normierte Definitionen im

europäischen Wirtschaftsraum für Reinstwasser nicht verbreitet sind und Begrifflichkeiten insofern uneinheitlich benutzt werden. Die Wasserqualität hängt wiederum von der Rohwasserqualität des Stadtwassers ab. Je nach Härte, Leitfähigkeit und enthaltenen Salzen ist gegebenenfalls eine Vorbehandlung mit einer Aktivkohlefiltration, einer Partikelfiltration, einer Ent-Manganung oder eine Enteisung erforderlich. Anschließend wird in der Regel in einer Umkehr-Osmose mittels Druck über eine semipermeable Membran Permeat (salzarm) vom Konzentrat getrennt. Für sehr hohe Anforderungen folgt oft eine weitere Behandlung über Mischbett-Ionenaustauscher oder eine Elektroden-Ionisation (EDI), die kontinuierlich ohne Regenerationschemikalien arbeitet. Je nach Anforderung werden zusätzliche Stufen wie eine UV-Desinfektion zur Keimreduktion oder eine Entgasung ergänzt. Die Wasserqualität wird schließlich über Parameter wie den Leitwert, den pH-Wert oder den TOC-Wert bestimmt und überwacht. Durch diese moderne Wasseraufbereitungstechnik kann eine hervorragende Wasserqualität am Ende einer Wasseraufbereitungsanlage gewährleistet werden. Entscheidend ist allerdings die Wasserqualität am »Point of Use«, also in dem Becken oder der Kammer der Reinigungsanlage.

Materialwahl, Verschleppung, Kreislaufhygiene

Hier ist ein ausgeklügelte Anlagentechnik erforderlich, die durch eine minimale Verschleppung, eine entsprechende Materialauswahl und gegebenenfalls eine Kreislaufhygiene die gute Wasserqualität am »Point of Use« bereitstellt. Denn die Spülqualität ist nur so gut wie das System, das sie trägt. Bereits die Konzeption und Konstruktion der Reinigungsanlage muss darauf ausgelegt sein, Verschleppungen zu minimieren. Darunter fällt die konsequente Trennung der jeweiligen Medienkreisläufe: Jeder Tank verfügt über ein eigenes Rohrleitungssystem, eigene Filtereinheiten und eine eigene Pumpe. Außerdem muss die Rohrleitungsführung strömungsoptimiert sein, damit sich keine Wasserreste ansammeln können. Häufig werden die Warenträger und Gestelle vernachlässigt. Auch diese müssen so konstruiert sein, dass sie keine schöpfenden Stellen oder große Oberflächen haben, an denen sich Wasserreste ablagern. Je nach Anlagentypus gibt es weitere konstruktive Besonderheiten. Bei Umsetzer-Tauchreinigungsanlagen ist auf definierte Überläufe und Trennbleche zwischen den einzelnen Becken zu achten. Abtropfzeiten und ein Rütteln der Warenträger unterstützen die Verhinderung von Verschleppung. Bei Kammeranlagen sind das abflussoptimierte Design der Kammer, die restlose Entleerung der Kammer und eine Kammerreinigung zwischen den Behandlungsschritten förderlich. Zusätzlich sollte auch in der Reinigungsanlage, also am »Point of Use«, mit einer entsprechenden Sensorik die Wasserqualität überwacht werden. Die Auswahl der passenden Werkstoffe und Oberflächen ist ebenfalls maßgeblich. Wegen der besseren Materialverträglichkeit sind V4A-Edelstähle (beispielsweise 1.4404, 1.4571) statt V2A-Edelstähle zu verwenden, es ist auf die entsprechende Schweißqualität zu achten. Auf Messing etwa ist gänzlich zu verzichten. PP und PVDF können sich ebenfalls für Verrohrungen eignen.

Auslegung von Reinigungsanlagen

Als Beispiel für die praktische Umsetzung nennt die BvL Oberflächentechnik Reinigungsanlagen, die für eine hohe Spülqualität am „Point of Use“ ausgelegt werden können, unter anderem durch getrennte Medienkreisläufe, geeignete Werkstoffauswahl und prozessbegleitende Überwachung der Wasserqualität. Beispielhaft werden dafür die »NiagaraUP«-Kammerreinigungsanlage und die »AtlanticTR«-Tauchreinigungsanlage angeführt. Probereinigungen sind im firmeneigenen Technikum möglich. Für Tests steht außerdem eine Reinstwasseraufbereitung (»EnviroFALK«) zur Verfügung.

Hersteller aus dieser Kategorie

© 2025 Kuhn Fachverlag