High-Purity-Reinigung: Spülprozesse sicher auslegen

Artikel vom **2. März 2026**
Teilereinigung

Beim Spülen entscheidet sich, ob High-Purity-Bauteile die geforderten Sauberkeitsgrenzwerte erreichen oder durch Rekontamination Ausschuss entsteht. Welche Faktoren die Spülqualität bestimmen und wie sich Wasserqualität, Anlagentechnik und Kreislaufhygiene gezielt auslegen lassen, zeigt dieser Beitrag.



Hohe Spülqualität für die High Purity Reinigung: Probereinigungen im BvL Technologiecenter mit der Reinigungsanlage Atlantic und einer Reinstwasseraufbereitungsanlage (EnviroFalk) (Bild: BvL Oberflächentechnik GmbH)

In der High-Purity-Bauteilreinigung ist das Spülen ein systemkritischer Prozessschritt. Ob ein Bauteil die geforderten Sauberkeitsgrenzwerte einhält oder nach der Reinigung erneut kontaminiert wird, hängt maßgeblich von der Qualität der letzten Spülstufe ab. Entscheidend sind dabei vor allem drei Stellhebel: die Wasserqualität direkt am Point of Use, eine minimale Verschleppung zwischen den Prozessstufen sowie eine geeignete Anlagentechnik mit durchdachter Kreislaufhygiene. Die Anforderungen an High-Purity-Bauteile sind hoch. Gefordert werden definierte Obergrenzen der chemischen

Zusammensetzung der Oberfläche in Atomprozent, geringe Ausgasungsraten und Partikelfreiheit im Submikronbereich. Hintergrund sind Anwendungen unter extremen Vakuumbedingungen, etwa in der EUV-Lithografie, in der Raumfahrt oder in der Massenspektrometrie. Sauberkeit wird hier zum Systemmerkmal: Alle eingesetzten Medien müssen so beschaffen sein, dass sie die Spezifikation nicht gefährden.

Prozesswasser spielt eine zentrale Rolle

Insbesondere das Prozesswasser spielt eine zentrale Rolle. Beim Spülen darf es selbst keine Partikel oder organischen Verunreinigungen auf das Bauteil eintragen. Spülen ist dabei nicht als bloßes »Abwaschen« zu verstehen, sondern als gezielte Verdünnung des verschleppten Flüssigkeitsfilms auf der Bauteiloberfläche. Ziel ist es, die Konzentration von partikulären und filmischen beziehungsweise organischen Kontaminationen stufenweise unter die zulässigen Grenzwerte zu senken. Das Bauteil kann nur so sauber werden, wie es die letzte Spüle ist. Häufig kommt in den finalen Spülstufen Reinstwasser oder Ultra Pure Water zum Einsatz. Einheitliche Definitionen sind im europäischen Wirtschaftsraum jedoch nicht durchgängig etabliert. Die erreichbare Wasserqualität hängt zunächst von der Qualität des eingesetzten Rohwassers ab. Abhängig von Härte, Leitfähigkeit und Salzgehalt können Vorbehandlungen wie Aktivkohlefiltration, Partikelfiltration, Entmanganung oder Enteisung erforderlich sein. Im nächsten Schritt wird üblicherweise eine Umkehrosmose eingesetzt, bei der unter Druck über eine semipermeable Membran salzarmes Permeat vom Konzentrat getrennt wird. Für höhere Anforderungen folgen häufig Mischbett-Ionenaustauscher oder alternativ eine Elektrodeionisation, die ohne Regenerationschemikalien arbeitet. Ergänzend können UV-Desinfektion zur Keimreduktion oder Entgasungsstufen integriert werden. Überwacht wird die Wasserqualität anhand von Parametern wie Leitwert, pH-Wert und TOC. Entscheidend ist jedoch nicht allein die Qualität am Ausgang der Wasseraufbereitungsanlage, sondern am Point of Use, also im Becken oder in der Kammer der Reinigungsanlage. Hier kommt der Anlagentechnik eine tragende Rolle zu. Eine konsequente Trennung der Medienkreisläufe mit separaten Rohrleitungen, Filtern und Pumpen pro Tank reduziert Verschleppungen. Strömungsoptimierte Rohrführungen verhindern Toträume und Wasseransammlungen. Auch Warenträger und Gestelle sollten so konstruiert sein, dass sich keine Flüssigkeitsreste sammeln. Je nach Anlagentyp sind weitere konstruktive Maßnahmen sinnvoll. Bei Umsetzer-Tauchreinigungsanlagen unterstützen definierte Überläufe, Trennbleche, geeignete Abtropfzeiten und das Rütteln der Warenträger die Reduzierung von Verschleppung. In Kammeranlagen tragen ein abflussoptimiertes Design, eine vollständige Entleerung der Kammer und eine Reinigung zwischen den Behandlungsschritten zur Prozesssicherheit bei. Zusätzlich empfiehlt sich eine kontinuierliche Überwachung der Wasserqualität direkt in der Reinigungsanlage.

BvL Oberflächentechnik

Auch die Materialwahl beeinflusst die Spülqualität. Für medienberührte Bauteile werden V4A-Edelstähle wie 1.4404 oder 1.4571 bevorzugt. Auf eine geeignete Schweißqualität ist zu achten, Messing sollte nicht eingesetzt werden. Für Verrohrungen können zudem PP oder PVDF geeignet sein. Wie sich diese Anforderungen praktisch umsetzen lassen, zeigt das Beispiel der BvL Oberflächentechnik GmbH. Das Unternehmen bietet Reinigungsanlagen an, die auf eine hohe Spülqualität am Point of Use ausgelegt sind. Dazu zählen getrennte Medienkreisläufe, eine angepasste Werkstoffauswahl und eine prozessbegleitende Überwachung der Wasserqualität. Genannt werden unter anderem die Kammerreinigungsanlage »NiagaraUP« sowie die Tauchreinigungsanlage »AtlanticTR«. Probereinigungen sind im firmeneigenen Technikum möglich. Für Tests steht zudem eine Reinstwasseraufbereitung von EnviroFALK zur Verfügung, mit Kennwerten von 0,04 µS/cm Leitwert und 13,58 ppb TOC. Für Betreiber von High-Purity-

Prozessen bedeutet das: Wer Spülprozesse ganzheitlich betrachtet und Wasserqualität, Konstruktion und Monitoring aufeinander abstimmt, schafft die Grundlage für stabile Prozesse und vermeidet unnötigen Ausschuss.

Hersteller aus dieser Kategorie

© 2025 Kuhn Fachverlag