

Statisch, rotierend oder dreidimensional

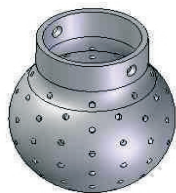
Düsensysteme für die wirtschaftliche Behälter-Innenreinigung

WOLFGANG HAUCKE

Die Reinigung von Containern, Tanks und Autoklaven in der Produktion pharmazeutischer, chemischer, biotechnologischer und lebensmitteltechnischer Produkte hat in den vergangenen Jahren immer größere Bedeutung gewonnen. Richten sich die Anforderungen an das Reinigungsverfahren in der Hauptsache auf die Produktionssicherheit sowie die Reproduzierbarkeit der Reinigung, beeinflusst das richtig ausgewählte Reinigungsequipment in Verbindung mit dem zum Einsatz kommenden Reinigungsverfahren die Wirtschaftlichkeit des gesamten Herstellungsprozesses.

Sowohl in der Pharmaindustrie als auch in der chemischen, biotechnologischen und Nahrungsmittelindustrie gab es in den vergangenen Jahren im Hinblick auf die wässrige Reinigung von Produktionsanlagen eine deutliche Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen. So wurden in vielen Fällen die Reinigungszyklen gesetzlich vorgeschrieben und der Nachweis der durchgeführten Reinigung gefordert. Im Besonderen müssen heute die umfassenden Vorschriften und Empfehlungen der EU-Maschinen-Richtlinien, des Lebensmittel-Bedarfsgegenstände-gesetzes LMBG, der EU-Lebensmittel-Hygiene-Richtlinien, der FDA-Vorschriften sowie der EU-GMP-Richtlinien beachtet werden.

Auf der anderen Seite haben sich die Produktionszeiten durch die Weiterentwicklung der Produktionsverfahren drastisch verkürzt, der prozentuale Anteil der Reinigungszyklen ist in vielen Fällen dabei größer geworden. Die Reinigung hat somit einen wesentlicheren Anteil an den Produktionskosten und damit an Bedeutung gewonnen. Ferner rücken Umweltaspekte immer öfter in den Vordergrund, so dass die Reinigungsverfahren auch in dieser

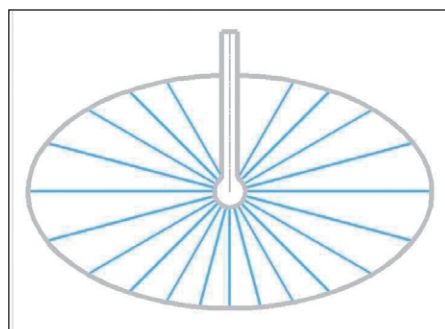


1: Statische Sprühkugeln sind die einfachste Variante zur Verteilung einer Reinigungsflüssigkeit auf der Behälterinnenwand. Sie haben einen relativ geringen wirksamen Reinigungsradius

Hinsicht differenziert betrachtet werden müssen. Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen ist es angebracht, die heute eingesetzten Tankreinigungssysteme auf ihre Effektivität zu überprüfen und eventuell zu ergänzen sowie grundsätzlich nach ihrer Wirtschaftlichkeit auszuwählen und zu betreiben.

Drei Düsensysteme

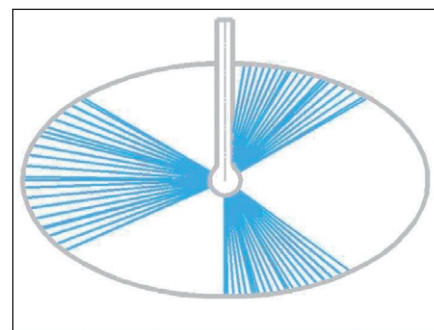
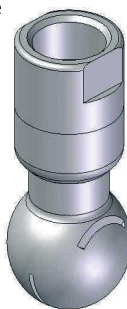
Unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen wurden drei Düsensysteme konzipiert, die am Markt angeboten und auf die individuelle Leistungsanforderung des Betreibers abgestimmt in der Produktion eingesetzt werden. Durch weiterführende und innovative Forschungs- und Konstruktionsarbeit stehen dem Betreiber heute Lösungen zur Verfügung, die neben der reinen verfahrenstechnischen Umsetzung der Reinigungsanforderung besonders im Hinblick auf die Werkstoffauswahl (z. B. Edelstahl 1.4404 (316L)), die Oberflächenqualitäten und die geometrische Ausformung aller produktberührten Bauteile wesentliche Qualitätsmerkmale aufweisen.



Außerdem zeichnen sich zeitgemäße Düsensysteme durch einen sicheren Selbstreinigungseffekt aus. Besondere Beachtung finden bei der gesamtheitlichen Betrachtung aller Gestaltungsmerkmale die toraumarmer, restentleerbaren und nicht zuletzt bauteilereduzierten Ausführungen (zur Minimierung des Serviceaufwandes und des Ersatzteilbedarfes) der Tank-Reinigungsdüsen und -Maschinen.

Statische Sprühkugeln

Zur Spülung und zur unkritischen Reinigung werden Tanks, Kessel oder auch Reaktoren mit Sprühkugeln ausgerüstet (Bild 1). Statische Sprühkugeln stellen das einfachste Element zur Verteilung einer Reinigungsflüssigkeit auf der Behälterinnenwand dar. Hierzu sind die im Behältnis positionierten Sprühkugeln mit im Sprühwinkel und im Querschnitt definierten Bohrungen versehen, durch die jeweils ein Strahl des Reinigungsmittels auf die Behälterwand trifft. Während der Reinigung



2: Durch das Reinigungsmedium angetriebene rotierende Sprühköpfe erzeugen ein Fächerstrahlbild, das durch seine mechanische Wirkung einen effizienten Reinigungserfolg sicherstellt

werden alle Bohrungen gleichzeitig durchströmt, es resultiert ein hoher Volumendurchfluss. Da sich das Gesamtvolumen auf alle vorhandenen Bohrungen verteilt, haben statische Sprühkugeln einen relativ geringen wirksamen Reinigungsradius. Ferner trifft der jeweilige Flüssigkeitsstrahl an der gleichen Stelle der Tankwandung auf. Nur an diesen Aufprallstellen ist eine erkennbare mechanische Reinigungswirkung gegeben. An den übrigen Stellen verteilt sich das Reinigungsmittel zwar, fließt jedoch ohne zusätzliche mechanische Reinigungsleistung nach unten ab. Aus diesem Grund ist die Reinigung mit Sprühkugeln zeitintensiv und führt zu hohem Wasser- und Reinigungsmittelverbrauch. Die Spülung erfolgt in einem Druckbereich von ca. 0,5 bis 2,5 bar.

Beim Einsatz der Sprühkugel im Kreislaufbetrieb wirkt die Kugel als Partikelfilter. Die in der Reinigungsflüssigkeit befindlichen Verunreinigungen können die Bohrung verstopfen. Dies führt in der Konsequenz zu einer ungenügenden Benetzung von Teilen der Tankoberfläche, was häufig nicht sofort erkannt wird und

W. Haucke, AquaDuna GmbH, Wonsheim

damit eine Qualitätsbeeinträchtigung nach sich zieht. Das Reinigungs- bzw. Spülverfahren mit statischen Spülkugeln kann automatisiert werden, ist jedoch mit gewissen Nachteilen behaftet. Selbst durch die Überwachung der Prozesspumpen kann nicht immer gewährleistet werden, dass der Tank auch tatsächlich vollständig gereinigt wurde. Ein weiterer Nachteil sind die hohen Wasser- und Reinigungsmittelkosten.

Rotierende Sprühköpfe

Rotierende Sprühköpfe, durch das Reinigungsmedium angetrieben, stellen eine überlegene und kostengünstige Alternative zu statischen Spülkugeln dar (**Bild 2**). Bei rotierenden Sprühköpfen werden wesentlich weniger Bohrungen angebracht, da im Reinigungsbetrieb durch die Rotation des Sprühkopfes die gesamte Innenoberfläche des Behälters mit Reinigungsmedium beaufschlagt wird. Demzufolge können gegenüber den statischen Spülkugeln der Durchfluss und die Reinigungszeit wesentlich geringer gewählt werden. Ansonsten ist der wirksame Reinigungsradius bedeutend größer, so dass zur Reinigung einer gleich großen Oberfläche weniger rotierende Sprühköpfe als statische Spülkugeln eingesetzt werden müssen. Daraus ergibt sich eine deutliche Einsparung an Wasser und Reinigungsmitteln sowie eine Reduzierung der Behandlungszeiten.

Neueste Entwicklungen im Bereich der rotierenden Sprühköpfe haben zu einer ökonomischeren Strahlausformung geführt. Die Rotationsköpfe werden sowohl mit Bohrungen als auch mit speziell geformten Schlitzfenstern versehen. Außerdem führt eine besonders lange Strahlführung in Bereich des Düsenkopfes zu einem Fächerstrahlbild, das durch seine außergewöhnliche mechanische Wirkung einen effizienten Reinigungserfolg sicherstellt. Durch die besondere Form der Düsenkanäle wird ein Zusetzen mit Partikeln aus dem Reinigungsmedium weitgehend verhindert.

Aufgrund besonderer Konstruktionsdetails und neuer Werkstoffbehandlungsmerkmale ist die branchenbekannte begrenzte Standzeit der am Markt befindlichen rotierenden Düsen nennenswert erhöht worden. Die neuen Düsenbauweisen können ohne Funktionseinschränkung in allen Einbaulagen im Behälter positioniert werden und erhöhen damit das Einsatzspektrum erheblich.

Orbitale Düsenköpfe

Als Weiterentwicklung der rotierenden Sprühköpfe stehen orbital wirkende Düsenköpfe zur Verfügung (**Bild 3**). Diese weisen als Besonderheit zur horizontalen Rotation der Spülkugeln eine zusätzliche vertikale Rotation einzelner oder mehrerer Reinigungsdüsen auf einem Rotor auf. Diese orbital wirkenden Düsenköpfe eignen sich hervorragend zum Einsatz in Tanks,

Behältern und Autoklaven mit komplizierten Einbauten wie beispielsweise Rührwerken, Armaturenteilen und Strömungsbrechern. Durch individuell anpassbare Positioniereinrichtungen können die Düsenköpfe bestmöglich im Tank positioniert werden, um Spritzschatten zu vermeiden. Die exzellente Reinigungswirkung der Düsenköpfe wird dadurch erzielt, dass einzelne oder mehrere Strahlen in einem immer enger werdenden Strahlmuster auf die Tankoberfläche auftreffen. Diese modernen Düsenköpfe verwenden neben Elektro-, Hydraulik- oder Druckluftmotoren den Durchfluss des Reinigungsmediums als Antriebsmittel, das die Reinigungsdüsen über eine Turbine und ein zusätzliches Spezialgetriebe in Rotation versetzt.

Das besondere Merkmal dieses Systems ist die Tatsache, dass nach dem ersten Umlauf (Zyklus) die Düsen ein symmetrisches Grundmuster auf die Tankoberfläche zeichnen. In den nachfolgenden Zyklen verfeinert sich dieses Strahlmuster, bis eine vollständige Flächenreinigung erreicht ist. Durch das anfänglich grobe Muster der Medienspuren werden Vor-, Zwischen- und Nachspülungen möglich. Die Reinigungszeit wird deutlich verkürzt. Aufgrund des gleichmäßig erzielbaren Reinigungsmusters ist eine Unterbrechung der Reinigung jederzeit möglich, ohne dass verschiedene Teile oder die Tankoberfläche unterschiedlich benetzt werden.

Beachtliche Einsparpotenziale

Beim Einsatz orbitaler Düsenköpfe kann zusätzlich weiteres Reinigungsmittel eingespart werden. Bei den Spüldüsen und den rotierenden Düsenköpfen wird bei der Reinigung die Hauptmenge der organischen Verschmutzung mit der Lauge gelöst und ausgetragen. Bei rotierenden Düsenköpfen wird durch die deutlich stärkere mechanische Wirkung (Reinigungsdrücke im Hochdruckbereich sind möglich) die Hauptmenge der organischen Verschmutzung bereits während der Vorspülung von der Tankoberfläche abgelöst und ausgetragen. Obwohl die gesamte Schmutzfracht, die ins Abwasser gelangt, gleich bleibt, ergeben sich hierbei doch beachtliche Einsparpotenziale und geringere Umweltbelastungen. So kann bei einigen Reinigungen der Laugeschritt ganz weggelassen. Bei anderen Anwendungen ergeben sich bei gestapelter Reinigung wesentlich längere Einsatzzeiten der Lauge. Hier-

durch ist der Verbrauch an Lauge deutlich geringer, und es gelangt weniger Lauge ins Abwasser. Dies führt zu einer spürbaren Senkung der CSB-Mengen im Abwasser.

Aus der Verkürzung von Vor- und Zwischenspülzeiten sowie dem Wegfall bzw. der Reduzierung von Reinigungsschritten resultiert eine deutliche Zeitersparnis. Dies stellt eine mögliche Verlängerung der Produktionszeit und damit eine Kapazitätserweiterung, ohne zusätzliche Investitionen, dar. Da bei orbital wirkenden Düsenköpfen ein wesentlich geringerer Volumenstrom als bei statischen Spülkugeln und rotierenden Sprühköpfen benötigt wird, können die Anlagenverrohrungen und die notwendigen Ventile kleiner gewählt werden. Dies gilt auch für die Vorlagetanks für das Reinigungsmedium, deren Größe sich um ca. 50% gegenüber der Reinigung mit Spülkugeln verringern lässt. Daraus ergibt sich bei Neuinstallationen ein nennenswertes Einsparungspotenzial. Dieser Vorteil kann sich auch bei einer nachträglichen Umrüstung durchaus wirtschaftlich darstellen.

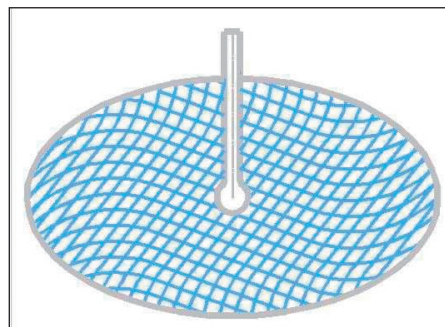
Reinigungsprozess verifizieren

Ein speziell entwickeltes Rotations-Check-System, das beim Einsatz von Orbital-Reinigungsköpfen integriert werden kann, bietet die Möglichkeit, den Reinigungsprozess zu verifizieren. Bei diesem System wird ein Drucksensor so im Tank platziert, dass der Medienstrahl in entsprechenden Abständen wiederkehrend auf diesen Sensor trifft. So kann die Funktion der einzelnen Düsenköpfe elektronisch überwacht und die ordnungsgemäße Reinigung dokumentiert werden.

Weitergehende Informationen zu den Reinigungssystemen können über die Kennziffer angefordert werden.

AQUADUNA

000



3: Orbital wirkende Düsenköpfe sind eine Weiterentwicklung der rotierenden Sprühköpfe. Sie erzeugen ein reinigungseffektives Strahlmuster