

Mit mehr "Hertz" bei der Reinigung

Optimierung von Cleaning in Place-Prozessen mittels pulsierender Strömung

Die Reinigung mittels pulsierender Strömungen zeigt einen positiven Effekt auf die Reinigungszeit, besonders an Stellen im Rohrleitungssystem, die bei stationärer Strömung schwer zu erreichen sind. Zum besseren Verständnis des Verfahrens wurde am Fraunhofer AVV in Dresden ein hygienege-rechter Pulsator entwickelt, der sich im industriellen Umfeld in CIP-Anlagen integrieren lässt.

Die Reinigung von Maschinen und Anlagen spielt in der Lebensmittelindustrie aus hygienischen wie finanziellen Gesichtspunkten eine Rolle. Sie erfolgt in den meisten Fällen durch automatisierte Prozesse, bei dem die chemischen Reinigungslösungen und Spülwasser die geschlossene Anlage in definierter Reihenfolge durchströmen, um die Verunreinigungen schnell und effizient zu entfernen. Eine Demontage der Anlage und ihrer Komponenten ist nicht erforderlich. Die Verbesserung der Reinigungsleistung solcher "Cleaning in Place"-Prozesse (CIP) ist ein viel versprechender Ansatz, um wirtschaftliche Vorteile zu erlangen und die Produktqualität etablierter Prozesse in der Lebensmittelindustrie zu sichern. Neben dem Zeitaufwand ist der Einsatz von Reinigungsmitteln ökologisch ein kritischer Faktor. Das wirtschaftliche Potenzial verdeutlicht sich, wenn der Anteil reinigungsbedingter Stillstandszeiten in der Lebensmittelproduktion betrachtet wird. Schätzungen gehen von zirka 25 Prozent der gesamten Maschinenlaufzeit aus.

In Anlehnung an den erweiterten "Sinnerschen Kreis" nach Dürr und Wildbrett lässt sich ein Reinigungsprozess als ein von sechs Einflussgrößen abhängiges System beschreiben. Diese sind Art und Zustand der Verschmutzung, die Beschaffenheit der Anlage sowie die Zeit, Mechanik, Chemie und Temperatur als Zustandsgrößen der

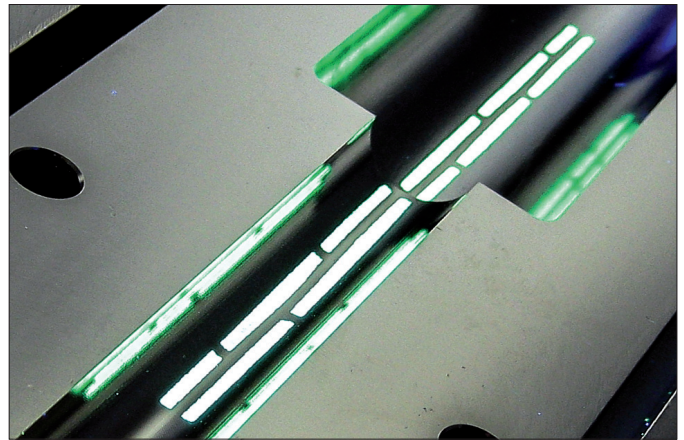


Abb. 2: Rohrsegment mit Querschnittserweiterung und lumineszierender Testverschmutzung

Reinigungslösung. Zur Optimierung des Reinigungsprozesses adressiert das Forschungsvorhaben am Fraunhofer AVV in Dresden einzig die Mechanik mittels pulsierender Strömung – die übrigen Parameter bleiben unverändert. Pulsierende Strömungen treten auf, wenn einer stationären Grundströmung eine oszillierende Fluidbewegung überlagert wird. Abhängig von bestimmten Strömungsparametern führt diese zu periodischen Änderungen von Wandschubspannung und Fließgeschwindigkeit, was eine Erhöhung des Reinigungseffekts in Rohrleitungen zur Folge hat. Das Prinzip dabei: Ist die oszillierende Geschwindigkeitskomponente größer als die stationäre Grundströmung, kommt es zu temporären Rückströmungen in wandnahen Bereich. Durch den kurzzeitigen Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit

sind Scherkräfte erhöht, die auf die Ablagerung wirken. Es resultiert eine verstärkte Abtragung, was die Reinigungswirkung begünstigt.

Hygienegerechter Pulsator mit Membran

Das Vorläuferprojekt (IGF 15521 BG) hatte noch den qualitativen Nachweis der Eignung pulsierender Strömungen zur Verkürzung der Reinigungszeit zum Ziel (vgl. dazu "Am Puls der Strömung", LT 10/2010, Seite 54f). Dem gegenüber fokussierte das hier beschriebene Nachfolgeprojekt (IGF 16832 BG) auf die Erarbeitung einer reinigungsspezifischen Auslegung des Pulsationssystems. Für die industrielle Anwendung der pulsierenden Strömung wurde dafür zunächst ein Pulsator unter Beachtung von Richtlinien und Normen zur hygienege-rech-

IVLV

 Wissen vernetzen!

IVLV e.V.

 Giggenhauser Str. 35

 85354 Freising

 Tel.: 081 61 / 491-140

 Fax: 081 61 / 491-142

 Internet: www.ivlv.de

 E-Mail: office@ivlv.de

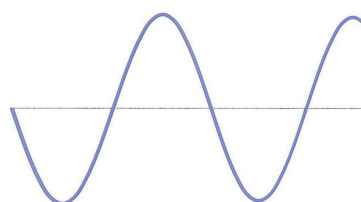
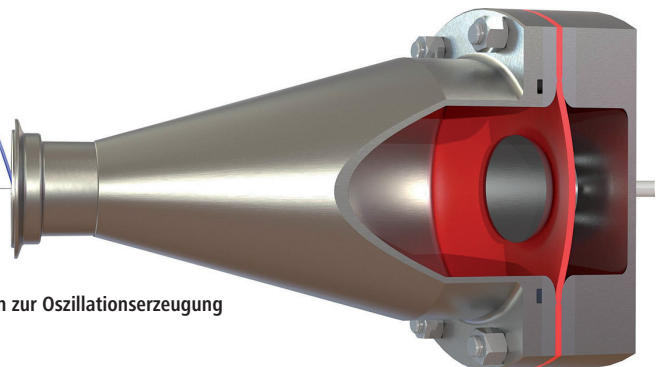


Abb. 1: Hygienegerechter Pulsator mit Membran zur Oszillationserzeugung



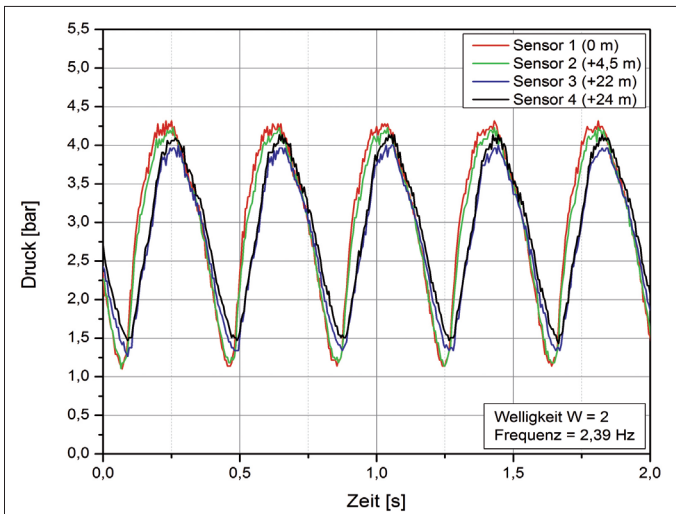


Abb. 3: Druckverlauf über die Zeit an vier Positionen in der Rohrleitung

ten Gestaltung von Komponenten für die Lebensmittelindustrie entwickelt. Als Herzstück beinhaltet er eine Elastomermembran, die einerseits zur Erzeugung der oszillierenden Strömung dient und andererseits den Produktraum hermetisch von der Umgebung abgrenzt. Die Tauglichkeit des Pulsators für den industriellen Einsatz wurde durch die Integration in die Versuchsanlage sowie die entsprechenden Reinigungsversuche bereits nachgewiesen.

Die Untersuchungen an geraden Rohren und Segmenten mit Querschnittserweiterungen, die sich in der Größe der auftretenden Totzone unterscheiden, belegen die Eignung der pulsierenden Strömung zur Steigerung der Reinigungsleistung gegenüber einer rein stationären Reinigung. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die "Welligkeit" in Abhängigkeit von der geometrischen Komplexität angepasst werden muss. Die Erhöhung der Frequenz begünstigte zudem die Verkürzung der Reinigungszeit. Näher betrachtet wurde die Möglichkeit der temporären Pulsation zur weiteren Optimierung dieses Reinigungsverfahrens. Hierbei sind Phasen der Pulsation durch Phasen der stationären Reinigung unterbrochen, wodurch sich die Energiekosten zur Pulsationserzeugung sowie die Belastung der Anlage reduzieren lassen. Das Ergebnis: Unter Beachtung des zeitlichen Pulsationsanteils war keine

signifikante Verschlechterung des Reinigungsergebnisses gegenüber der permanenten Pulsation festzustellen.

Sinusförmige Schwingungen sorgen für Druck

Untersuchungen mit hochfrequenten Drucksensoren innerhalb eines Rohrleitungssystems mit einer Gesamtlänge von 50 Metern lieferten Erkenntnisse zur korrekten, druckstoßfreien Betriebsweise. Hierbei kommt es zu sinusförmigen Druckschwingungen, deren Amplituden im moderaten Bereich liegen. Abbildung 3 zeigt exemplarisch den Druckverlauf über der Zeit für eine Welligkeit von $W = 2$ und einer Frequenz von $f = 2,39$ Hertz. Neben der maximalen Anlagenbelastung war die Reichweite der pulsierenden Strömung Gegenstand der Untersuchungen. Es zeigte sich, dass die Übertragung der pulsierenden Fluidbewegung über lange Rohrleitungen möglich ist. Obwohl die Sensoren maximal bis zu 24 Meter auseinanderlagen, verliefen die Drücke nahezu identisch.

Abschließend wurde anhand der Randbedingungen des Versuchstands sowie exemplarischer Ergebnisse eine wirtschaftliche sowie ökologische Bewertung durchgeführt. Diese zeigte unter dem Gesichtspunkt einer "verlorenen Reinigung", dass der Anteil der Energiekosten im Vergleich zu den anfallenden Reinigungs-

mittelkosten gering ist. Des Weiteren verdeutlicht die Gegenüberstellung, dass sich die Reinigungszeit durch eine Erhöhung des Volumenstroms um 60 Prozent in gleichem Maße verkürzen lässt, wie durch pulsierende Strömung. Allerdings steigt durch den erhöhten Volumenstrom zwangsläufig der Bedarf an Reinigungsmitteln. Alles in allem ergibt sich durch den Einsatz der pulsierenden Strömung eine Kostenreduktion um bis zu 28 Prozent gegenüber der CIP-Reinigung mit erhöhten Volumenstrom. Gegenüber der Ausgangssituation steigt dieser Wert auf rund 52 Prozent. Eine Übertragung dieser Referenzbewertung auf konkrete industrielle Reinigungsprozesse muss für den jeweiligen Anwendungsfall überprüft werden.

Zusammenfassung: Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde nachgewiesen, dass der Einsatz einer pulsierenden Strömung zu einer Steigerung

der Reinigungsleistung in geschlossenen Fluidsystemen führt. Neben Parametern zur korrekten Betriebsweise wurde eine hygienegerechte Pulsationserzeugung entwickelt, die sich in vorhandene CIP-Anlagen integrieren lässt. In der Bilanzierung wurde die positive Wirkung der Pulsation auf Ökonomie und Ökologie aufgezeigt.

MH/TW

Kontakt: Manuel Helbig,
Fraunhofer Institut AVV
(manuel.helbig@avv.fraunhofer.de)

Das IGF-Vorhaben 16832 BG der Forschungsvereinigung Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. (IVLV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.