

Hermetisch dichte Konstruktion

Categories : [Antriebstechnik & Mechanik](#), [Food](#), [Pumpen & Kompressoren](#)

Date : 2. Juli 2019

Die thermische Kurzzeitbehandlung wird in der Lebensmittelindustrie für verschiedenste Produkte wie Milch, Mischgetränke oder flüssige Nahrungsmittel eingesetzt, um pathogene Mikroorganismen abzutöten und die Haltbarkeit der Produkte zu verlängern. Da eine Hochdruckhomogenisation nach einer thermischen Behandlung Lebensmittel nicht wieder verunreinigen darf, ist bei allen eingesetzten Komponenten auf eine hygienegerechte beziehungsweise aseptische Konstruktion, Materialwahl sowie Applikation zu achten. Bislang wird bei der verbauten Pumpentechnik in der Regel auf Kolbenpumpen zurückgegriffen, deren Einsatz im Hinblick auf eine aseptische Produktionssicherheit nur die zweitbeste Wahl darstellt. Denn trotz konstruktiver Berücksichtigung von Kolbenpackungen mit Sterilbarrieren und Spülvorrichtungen besteht das Risiko einer Rückverkeimung nach einer in-Prozess CIP/SIP-Reinigung. Auch führt die dadurch entstehende thermische Belastung zu einem erhöhten Verschleiß des Kolbens und dessen Abdichtsystems und damit zu einer stark reduzierten Standzeit – insbesondere bei abrasiven Inhaltsstoffen der behandelten Lebensmittel. Eine Alternative stellen Prozessmembranpumpen dar: Sie verfügen über einen hermetisch dichten Arbeitsraum, der über die Membran von Hydraulikraum und Prozessumgebung hermetisch abgetrennt ist. Dies verhindert eine Fluidraumverunreinigung nach innen und schließt somit eine Kontamination des Prozessraumes einschließlich der Lebensmittel aus. Listerien in Käse, E. Coli-Bakterien in Fleisch und Salmonellen in Babymilch – in letzter Zeit häufen sich Lebensmittelskandale und Renommee-schädigende Rückrufaktionen großer Hersteller. Dies sensibilisiert zunehmend die Verbraucher und erhöht den Druck auf die Branche: Besonders bei hygienisch anspruchsvollen und empfindlichen Produkten ist es daher unerlässlich, noch genauer auf eine lückenlose Produktionshygiene mit einwandfreien hygienischen Prozessschritten zu achten, um die mikrobiologische Integrität zu gewährleisten. Dabei gilt grundsätzlich: Gute mikrobiologische Qualität und lange Stabilität im Einklang mit hohen Kundenerwartungen – beispielsweise im Hinblick auf gute geschmackliche Eigenschaften sowie an die Gesundheit und Nachhaltigkeit des Produkts – machen schonende und zuverlässige aseptische Herstellprozesse notwendig. Thermische Kurzzeitbehandlung (UHT-Verfahren) und konsequente nachgeschaltete aseptische Technik können hierfür eine lebensmitteltechnologisch zuverlässige Lösung bieten.

Neue Trends im Food- und Beverage-Bereich wie „naturbelassene“ innovative Ready-to-eat-Produkte fordern die Nahrungsmittelversorgungskette hinsichtlich der Lebensmittelsicherheit heraus. Dies gilt nicht nur für steigende Erwartungen an die Frische sowie die Zusatzstoff- und Konservierungsmittelfreiheit von Produkten, wodurch andere Investitionen in die Produktionstechnologie notwendig werden als bei früheren Herstellungsprozessen. Hinzu kommen auch Crossover-Produkte zwischen Lebensmittel- und Pharmasektor wie die trinkfertigen sogenannten „Nutritional Beverages“, die teilweise hohe abrasive Feststoffanteile (beispielsweise durch Kalzium und Nüsse) oder mikrobiologisch empfindlichen Zutaten beinhalten. Für deren Produktion sind Erfahrungen aus dem pharmazeutischen GMP-Umfeld von Vorteil: Dabei werden Nahrungsergänzungsstoffe mit funktionellen Milchproteinquellen, Früchten und Aromen zu neuartigen Getränken kombiniert, die abhängig von ihren Säure- und pH-Werten besonderes Augenmerk bei der Herstellung benötigen. Diese hohen Anforderungen gelten auch speziell für die Formulierung von Babynahrung und hochkalorischer klinischer Ernährung (Enterale/Parenterale Flüssignahrung). Bei der Verarbeitung kommen im Besonderen auch der Pumpentechnik zentrale Aufgaben zu: etwa bei der Rohmaterialienzuführung und der rezepturgerechten Formulierung; darunter das proportionale Dosieren und Mischen von Zutaten. Da die Endprodukte idealerweise bei Raumtemperatur gelagert werden und dabei lange haltbar bleiben sollen, empfiehlt sich auch hier eine kurze thermische Behandlung als optimale Technologie mit hoher Abtötungsrate fremder Keime – in Kombination mit einer nachfolgenden aseptischen Hochdruckhomogenisierung mit Membranpumpentechnologie. Dies verhindert eine Rekontamination und gewährleistet eine schonende Produktbehandlung.

Rückstandsfreiheit und mikrobielle Sicherheit

Die Hochdruckhomogenisierung dient im Wesentlichen der Zerkleinerung und dem Mischen von Komponenten in einer Emulsion oder Dispersion. Bekanntestes Beispiel dafür stellt die Milchhomogenisierung dar, bei der die Fettagglomeration (Aufrahmen) verhindert werden soll. Dabei darf die eingesetzte Technik die Qualität der Produkte nicht beeinträchtigen. Dies gilt im Besonderen für Säuglingsnahrung: Hier ist es das Ziel, über die Komponentenwahl bei der Herstellung den Eigenschaften von Muttermilch möglichst nahe zu kommen. Absolute Rückstandsfreiheit und höchste mikrobielle Sicherheit sind hierfür eine grundlegende Voraussetzung. Diesen Ansprüchen müssen die aseptischen Anlagen und die in ihnen verbauten verfahrenstechnischen Apparate – wie zum Beispiel die Pumpen – hinsichtlich Materialwahl und Konstruktion genügen. Jeder Kompromiss oder Installationsfehler stellt eine potentielle spätere Kontaminationsquelle dar.

Arbeitsprinzipien von Hochdruckpumpen

Die oszillierenden Hochdruckpumpen, mit denen die Hochdruckhomogenisiermaschinen ausgerüstet sind, sind notwendig, um das Fluid von der Saugseite über eine Feedpumpe (in der Regel eine Kreiselpumpe) mittels Druckerhöhung auf die Homogenisationseinheit (ein- oder zweistufiges Ventil) zu fördern. Homogenisatorpumpen sind mit drei bis sechs Pumpenköpfen ausgerüstet. Prozessmembranpumpen zeichnen sich durch eine robuste Monoblockbauweise sowie aufgrund des integrierten Schneckengetriebes mit hoher hydraulischer Leistung durch eine hohe Laufruhe aus. Anwendungsspezifisch ausgelegte verschleiß- und hygieneoptimierte Fluidventile sorgen auf Saug- und Druckseite der Pumpe für eine zuverlässige Förderung. Die Einstellung automatisierter Homogenisationsventile erfolgt pneumatisch und hydraulisch. Die Tröpfchengröße beim Homogenisieren entsteht im Wesentlichen durch Kavitation in der Kammer der zweiten Stufe und ist abhängig vom dortigen Druckabfall. Die Fördermenge einer oszillierenden Membranprozesspumpe fällt bei inkompressiblen Fluiden nur unwesentlich mit steigendem Druck ab und kann als nahezu konstant betrachtet werden. Druckschwankungen zwischen oszillierender Pumpe und Homogenisierventil kann durch pulsationsglättende Maßnahmen begegnet werden: durch die geeignete Wahl der Betriebspunkte der Pumpe und durch rohrleitungsseitige Dämpfungsmaßnahmen. Dabei können im Rahmen einer Pulsationsstudie sehr spezifische dynamische Simulationsprogramme bei der Auslegung unterstützen. Für Homogenisationsaufgaben nach einer UHT-Behandlung müssen die Homogenisationspumpe und das Homogenisationsventil konsequenterweise aseptischen Anforderungen genügen, damit die Integrität der behandelten Produkte gewahrt bleibt. Bei vielen heute noch eingesetzten Pumpen handelt es sich jedoch in der Regel um Kolbenpumpen. Bei diesem Typus von Aggregat ist zu beachten, dass Kolbenpackungen mit Sterilbarrieren und Spülvorrichtungen konstruktiv vorgesehen sein müssen, um eine Rückverkeimung nach einer in-Prozess CIP/SIP-Reinigung zu bekämpfen. Zudem können Verunreinigungen durch Kolbenabrieb im Packungsbereich bei dieser Pumpenklasse nicht ausgeschlossen werden. Die bessere Wahl für aseptische Prozesse stellt daher die Ausrüstung von Homogenisierschritten mit hermetisch dichten Prozessmembranpumpen dar.

Membranpumpentechnologie schließt Fluidkontamination aus

Die Membranpumpe kann als erfolgreiche Weiterentwicklung der Kolbenpumpe angesehen werden, die – bezogen auf sogenannte Triplex-Membranpumpen (drei Pumpenköpfe) – einen Wirkungsgrad von bis zu 95 Prozent erreicht. Sie zeichnet sich generell durch einen geringen Verschleiß sowie durch vom Förderdruck nahezu unabhängige Fördermengen aus. Ihr großer Vorteil in Bezug auf die Homogenisation liegt darin, dass Membranpumpen konstruktionsbedingt ohne dynamische Dichtungssysteme arbeiten. Somit ist ein hermetisch dichter Arbeitsraum gewährleistet: Es gibt weder eine Emission beziehungsweise einen Substrataustritt nach außen, noch einen Keimeintritt nach innen, so dass eine Kontamination des Fluids ausgeschlossen werden kann. Damit ist die Membranpumpe für anspruchsvolle Einsätze

prädestiniert. Sie eignet sich beispielsweise für Medien, die absolut leakagefrei und betriebssicher gefördert werden müssen, da sie gefährlich oder abrasiv sind und keinesfalls in die Produktionsumgebung gelangen dürfen oder – wie beim Beispiel Säuglingsnahrung – kontaminationsfrei und steril bleiben müssen.