Thinking Ahead

Vermeidung der Klümpchenbildung bei der Dispersion pulverförmiger Zutaten

Gleichmäßiges Untermischen schlecht dispergierbarer pulverförmiger Zutaten verbessert die Anlagenproduktivität und die Lebensmittelqualität.

Artikel von Frédéric Liot, Industry Manager Food, Alfa Laval, und Michael Stenderup, Portfolio Manager, Mischer und Rührwerke, Alfa Laval

Dieses Dokument teilen!

Vermeidung der Klümpchenbildung bei der Dispersion pulverförmiger Zutaten

Gleichmäßiges Untermischen schlecht dispergierbarer pulverförmiger Zutaten verbessert die Anlagen-produktivität und die Lebensmittelqualität.

Beim Einsatz pulverförmiger Zutaten in der Herstellung von Lebensmitteln können die richtigen Mischgeräte nicht nur die Klümpchenbildung verhindern. Sie helfen auch, die Produktivität zu steigern, die Produktqualität zu verbessern und die Energiekosten zu senken. Pulver sind gebräuchliche Zutaten in der modernen Lebensmittelindustrie. Dabei stellen schlecht dispergierbare Pulver aufgrund der Klumpen- oder „Fischaugen"-Bildung eine Herausforderung für Lebensmittelhersteller dar. Aus diesem Grund hat Alfa Laval ein vielseitiges neues System für die Hochgeschwindigkeitsdispersion pulverförmiger Zutaten entwickelt. Es ist auch bei den problematischsten Pulvern einsetzbar, maximiert die Betriebszeit und reduziert gleichzeitig Erstanschaffungs-, Betriebs- und Wartungskosten.

Einführung

Pulverförmige Zutaten werden in der Lebensmittelproduktion häufig eingesetzt. Insbesondere hat die Verwendung von pulverförmigen Zusatzstoffen und funktionellen Zutaten wie Bindemitteln, Nährstoffen, Aromen und Farbstoffen in den letzten Jahrzehnten erheblich zugenommen. Bei den Lebensmitteln sorgt dies für mehr Flexibilität und Gleichmäßigkeit. Eine große Herausforderung hingegen stellt die Integration von Pulverdispersionseinheiten im Verarbeitungsprozess dar.

Die meisten Pulvermischtechnologien erfordern mehrere Motoren für die Zulaufpumpe, die Förderpumpe, das Rührwerk, die Austragspumpe und die Tankreinigungsvorrichtung. Daraus ergeben sich im Allgemeinen höhere Anschaffungs- und Energiekosten. Um dem entgegenzuwirken, hat Alfa Laval ein innovatives Dispersionssystem entwickelt, das zwei verschiedene Gerätearten miteinander kombiniert. Dieses kompakte und höchst zuverlässige System verfügt über nur einen Motor und übernimmt alle Aufgaben konventioneller Pulvermischsysteme. Gleichzeitig sorgt es für eine Reduzierung der Energiekosten um bis zu 50 %, eine höhere Mischleistung, eine zuverlässige und reproduzierbare Mischqualität sowie für Produkthomogenität.

Herausforderungen bei der Dispersion pulverförmiger Zutaten

Im Herstellungsprozess für Lebensmittel kommen verschiedenste pulverförmige Zutaten zum Einsatz.

Leicht dispergierbare pulverförmige Zutaten wie Kristallzucker oder Magermilchpulver, führen in der Regel nicht zur Klümpchenbildung, da eine mäßige Scherkraft ausreicht, um eine schnelle Verteilung und Auflösung der einzelnen Pulverpartikel zu gewährleisten. Eine mäßige Scherkraft wird jedoch zum Problem, wenn Bindemittel und wasserbindende pulverförmige Zutaten wie etwa Hydrokolloide oder konzentrierte Proteinpulver hinzugefügt werden.

Bindemittel in Pulverform werden in zahlreichen Lebensmittelrezepturen eingesetzt, um Textur und Mundgefühl zu optimieren. Dazu zählen unter anderem Xanthan in Vinaigrette, Pektin in Joghurts und Fruchtzubereitungen, Natriumcarboxymethylcellulose (CMC) in Getränken und Alginate in Desserts und Eiscreme. Das außergewöhnlich hohe Wasserbindungsvermögen dieser Hydrokolloide erlaubt eine sehr niedrige Dosierung, in der Regel zwischen 0,1 und 0,5 Prozent der Rezeptur und manchmal sogar weniger. Es führt jedoch auch zu Problemen bei der Dispersion. Wenn das Pulver mit Wasser

oder anderen Flüssigkeiten in Berührung kommt, bildet sich auf der Oberfläche sofort eine gelartige Schicht, die verhindert, dass Wasser ins Innere der Pulvermasse vordringt und diese hydratisiert. Eine ungeeignete Dispersionsmethode führt zur Bildung kleiner gelatineartiger Klümpchen, sogenannter „Fischaugen“ (Abbildung 1), deren Auflösung äußerst problematisch ist. Diese Klümpchen werden im Herstellungsprozess gewöhnlich über Filter entfernt, gelangen aber bisweilen in das Endprodukt Die dadurch reduzierte Menge an Bindemitteln hat Auswirkungen auf die Qualität des Lebensmittels, da auf diese Weise der erwünschte Effekt im Endprodukt teilweise verlorengeht.

Abbildung 1. Klümpchen oder „Fischaugen“, die während der Dispersion eines Pektinansatzes entstanden sind.

Proteinzusätze in Pulverform enthalten in der Regel zwischen 70 % und 90 % Protein und werden wegen ihres Nährwerts und ihrer bindenden Eigenschaften verwendet. Zu den typischen Proteinzusätzen zählen Caseinate, Molkenprotein-Konzentrate oder pflanzliche Proteinisolate. Bei der Dispersion führen diese Proteinzusätze zu ähnlichen Problemen wie die Hydrokolloide. Die Hydratisierung im Inneren der Pulvermasse erfolgt nur sehr langsam. Einige Hersteller lassen die Mischung über Nacht im Kühlhaus langsam rühren, um die vollständige Hydratisierung vor der weiteren Verarbeitung sicherzustellen.

Optimale Pulverdispersionsmethoden für kleine und große Lebensmittelverarbeitungsanlagen

Eine der beiden nachfolgenden Methoden wird üblicherweise bei der Dispersion pulverförmiger Zutaten in eine Flüssigphase (z. B. Wasser oder Milch) verwendet:

(1) *Dispersion auf der Flüssigkeitsoberfläche in einem Tank*: Die pulverförmige Zutat wird bei laufendem Rührwerk direkt auf die Oberfläche der Flüssigkeit im Dispersionstank gestreut.

(2) *Dispersion über einen Pulvermischer*: entweder innerhalb der Verarbeitungslinie beim Umfüllen der Flüssigkeit zwischen zwei Tanks oder – und das ist häufiger der Fall – bei der Umwälzung in einem Dispersionstank, bis sich die gesamte Pulvermenge aufgelöst hat.

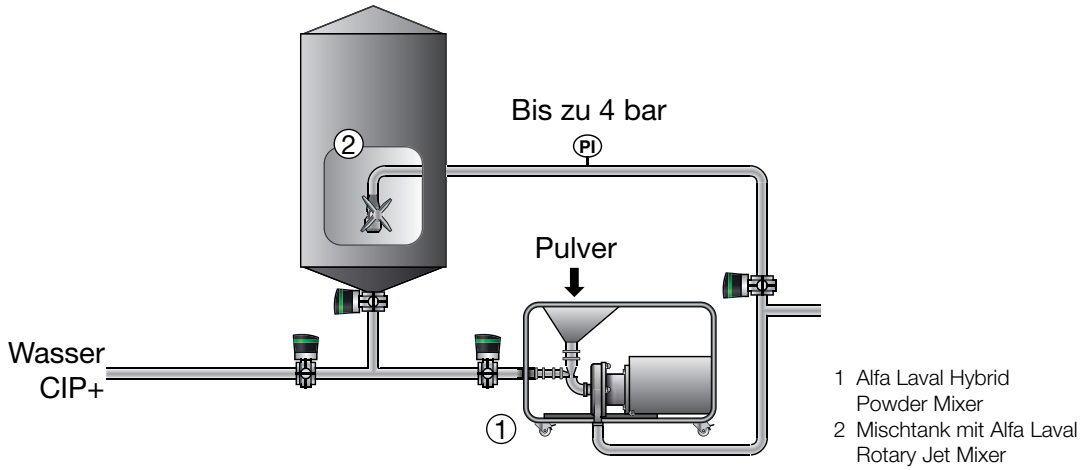
Die Verwendung einer ungeeigneten Pulverdispersionsmethode oder ungeeigneter Mischgeräte führt nicht nur zu Produktivitätseinbußen, sondern auch zu einer eingeschränkten Produktqualität. Damit die pulverförmigen Zutaten nicht verklumpen, sondern sich komplett auflösen, sind eventuell zusätzliche Puffertanks erforderlich.

Lassen Sie uns einen eingehenderen Blick auf die beiden Pulverdispersionsmethoden werfen, damit Sie ein besseres Verständnis für die Anforderungen an eine effiziente Pulververmischung erhalten.

Dispersion auf der Oberfläche einer Flüssigkeit in einem Tank. Am besten kann eine Klümpchenbildung bei der Dispersion von Hydrokolloiden auf der Flüssigkeitsoberfläche eines Tanks verhindert oder minimiert werden, indem mithilfe eines Turbinenmischers für eine leistungsstarke Vermischung gesorgt wird. Diese Methode birgt jedoch die Gefahr von Lufteinschlüssen und Schaumbildung. Nach der Dispersionsphase sind in der Regel weitere Rührvorgänge mit niedriger Geschwindigkeit notwendig, um sich bildende Klümpchen restlos aufzulösen und unerwünschte Schaumbläschen zu eliminieren. Wenn außerdem der Mischtank eine gewisse Größe überschreitet, bedingt der Energiebedarf für die Aufrechterhaltung hoher Scherkräfte im gesamten Volumen einer viskosen Mischung häufig den Einbau überdimensionaler Turbinenmischer. Aus diesem Grund erfolgt die Dispersion pulverförmiger Zutaten auf der Oberfläche von Flüssigkeiten in einem Tank hauptsächlich in kleinen lebensmittelverarbeitenden Anlagen.

Dispersion über einen Pulvermischer. Sobald das Pulverdispersionssystem aufgrund seiner Kapazität zum Engpass in der Lebensmittelverarbeitung wird, ist eine Lösung mit Pulvermischer zu bevorzugen. Dieser Anlagentyp besteht in der Regel aus einer modifizierten Kreiselpumpe, bei der das Pulver über einen Trichter eingezogen und in die zirkulierende Flüssigkeit abgegeben wird. Ein perforiertes oder geschlitztes Gitter an der Peripherie des Pumpenstators hilft, Klümpchen zu zerstören, die sich vor der Vermischung mit der Flüssigkeit bilden.

Abbildung 2. Pulverauflösungsstation



Pulverauflösungsstation bestehend aus einem Alfa Laval Hybrid Powder Mixer und einem Alfa Laval Rotary Jet Mixer. Der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer besitzt eine einzigartige Zwei-Stufen-Pumpe mit einem Motor, der den Einsatz weiterer Pumpen überflüssig macht. Die kombinierten Mischvorrichtungen von Alfa Laval, die einen Förderdruck von bis zu 4 bar bewältigen können, gewährleisten Geschwindigkeit und Effizienz für die meisten Anwendungen.

Für Lebensmittelanwendungen kommen vor allem zwei Arten von Pulvermischern zum Einsatz:

- Ein-Motor-Pulvermischer. Dieser Mischertyp besitzt eine Pumpe mit einem guten Strömungsmuster für die Pulverdispersion. Dank seiner relativ geringen Anschaffungskosten eignet sich dieser Mischer gut für den Einsatz bei nicht klumpenden Pulvern und wenn die Viskosität des Endprodukts maximal 300–400 cP beträgt. Sollte die Viskosität diesen Grenzwert überschreiten oder die zwischen den Pulverpartikeln eingeschlossene Luft im Produktkreislauf mitgeführt werden, fallen die Umlaufgeschwindigkeit und der Förderdruck rapide ab. Dies führt zu einer extremen Verlangsamung oder einem völligen Stillstand des Pulverflusses im Trichter. Daher sind Ein-Motor-Pulvermischer für problematische Pulver wie Bindemittel oder hochviskose Lösungskonzentrate ungeeignet.

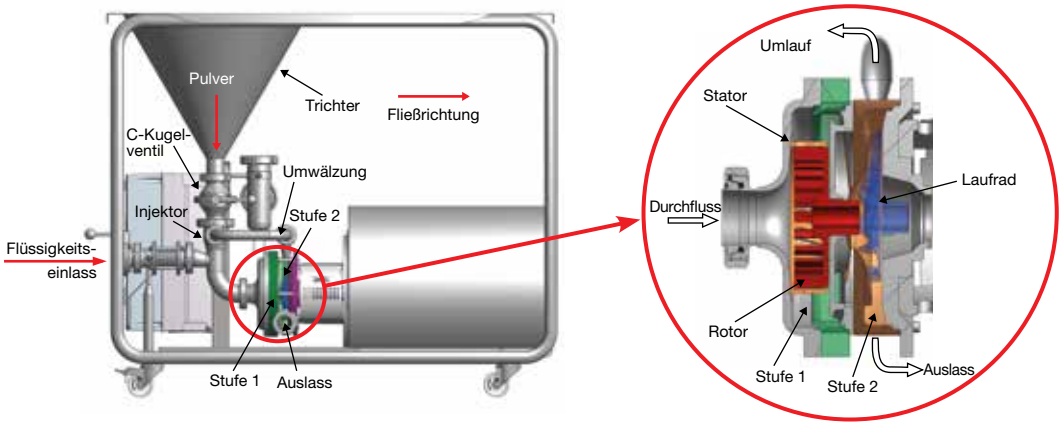
- Doppel-Motor-Pulvermischer. Um die Einschränkungen von Ein-Motor-Pulvermischern zu umgehen, statten einige Lebensmittelproduzenten diese mit einer zusätzlichen Pumpe aus. Der Einsatz von zwei Pumpenmotoren gewährleistet einen konstanten Durchfluss und einen gleichmäßigen Zulauf, auch wenn die Viskosität der Mischung ansteigt. Dieser Pulvermischertyp eignet sich generell gut für die Dispersion von Bindemitteln. Die Ergänzung durch eine zweite Pumpe wirkt sich allerdings deutlich auf die Anschaffungskosten aus und verdoppelt zudem die Energiekosten.

Innovative und energieeffiziente Pulverdispersionstechnik

Der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer wirkt in Verbindung mit dem Alfa Laval Rotary Jet Mixer auf innovative Weise Problemen bei der Pulverdispersion entgegen. Lebensmittelproduzenten profitieren von der optimalen Mischeffizienz und niedrigen Gesamtbetriebskosten. Durch Kombination der beiden Einheiten zu einem einzelnen, hocheffizienten System ermöglicht Alfa Laval die unverzügliche und einheitliche Dispersion auch der anspruchsvollsten pulverförmigen Zutaten mit nur einem Motor. Nach Abschluss des Mischzyklus kann dasselbe System auch zur Entleerung und Reinigung des Tanks verwendet werden (Abbildung 2).

Alfa Laval Hybrid Powder Mixer
Im Gegensatz zu konventionellen Pulvermischern baut der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer in drei Schritten mit nur einer Motorwelle eine hohe dynamische Scherkraft auf (Abbildung 3). Dadurch wird für die restlose Auflösung des Pulvers weniger Energie benötigt.

Abbildung 3. Der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer – Funktionsweise

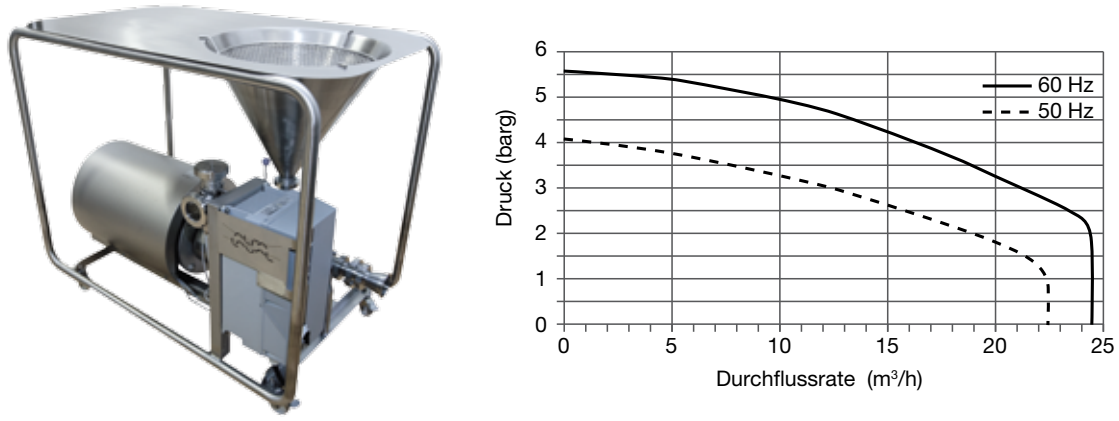


- Schritt 1: Vormischung von Pulver und Flüssigkeit durch den Injektor
- Schritt 2: Der Rotor / die Welle wendet die Hauptscherkräfte an
- Schritt 3: Das Laufrad sorgt für zusätzliche Scherkräfte und fördert das Gemisch mit hohem Druck hinaus

Diese drei Schritte sorgen für eine hohe Durchflussgeschwindigkeit und reduzieren so das Risiko von Blockierungen. Das kommt besonders dann zum Tragen, wenn scherverdünnende Bindemittel verarbeitet werden, weil der Energieverbrauch auch beim Vermischen hochviskoser Lebensmittelprodukte niedrig bleibt.

Der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer umfasst eine einzigartig konstruierte Zwei-Stufen-Pumpe, eine Rotor-Stator-Stufe und eine Pumpenstufe mit einem Motor mit Frequenz-Umrichter. Die Pumpe ermöglicht einen Förderdruck von bis zu 4 bar ohne Zuhilfenahme einer weiteren Pumpe. Darüber hinaus treibt sie auch den Umwälzkreislauf zum Mischtank an (Abbildung 4). Aufgrund des hohen Förderdrucks kann der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer nach Abschluss der Pulverdispersion auch

Abbildung 4. Alfa Laval Hybrid Powder Mixer M15 mit Pumpenkurve (Wasser).



als Austragspumpe für die Entleerung des Mischtanks verwendet werden.

Der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer ist in zwei Modellvarianten erhältlich:

- Alfa Laval Hybrid Powder Mixer M15. Das M15-Premium-Modell wird auf einem mobilen Rahmen geliefert und ist mit einem Frequenzumformer ausgestattet. Durch seine extreme Vielseitigkeit kann die Durchflussrate für die jeweiligen Produktionsaufgaben flexibel angepasst werden. Er kann daher mühelos leicht zu verteilende oder problematische Pulvermedien verarbeiten, Flüssigkeiten wieder zum Dispersionstank zurückführen, Flüssigkeiten aus dem Tank austragen oder die CIP-Reinigung unterstützen.
- Alfa Laval Hybrid Powder Mixer S15. Das kostenoptimierte M15-Modell wird auf einem festen Rahmen geliefert und besitzt keinen Frequenz-Umformer. Der Durchfluss kann entweder über das Einlassventil oder einen externen Transformator gesteuert werden.

Der Alfa Laval Rotary Jet Mixer
Die auf dem Umwälzkreislauf im Mischtank installierte rotierende Vorrichtung mit vier Düsen wird vom Produktfluss und durch den Druck vom Hybrid Powder Mixer angetrieben (Abbildung 5).

Abbildung 5. Alfa Laval Rotary Jet Mixer.

- Effiziente Pulverdispersion. Der Rotary Jet Mixer bietet noch eine vierte Stufe für zusätzliche Scherkräfte. Beim Durchfluss durch die Düsen wirken erhebliche Scherkräfte auf das Produkt ein, die eine Zerstörung verbliebener Klümpchen begünstigen. Das beschleunigt die Dispersion der anspruchsvollsten Pulvermedien und gewährleistet die Homogenität des Produkts ohne Zuhilfenahme eines Rührwerks.
- Selbstreinigungssystem. Außer zur effizienten Pulverdispersion kann der Alfa Laval Rotary Jet Mixer auch höchst effektiv als Reinigungsvorrichtung im Mischtank verwendet werden.
- Zeit- und energieeffiziente Auflösung. Pulverförmige Medien sind bereits gelöst, wenn sie in den Tank gelangen, weshalb deren erneute Umwälzung überflüssig ist. Das spart Zeit, reduziert den Energieverbrauch und steigert die Produktionsleistung.

Herausragende Leistung mit Energieeinsparung

Der Alfa Laval Hybrid Powder Mixer wurde schon erfolgreich in verschiedenen Lebensmittel- und Getränkeanwendungen getestet und installiert, und zwar sowohl als Stand-alone-Mischer als auch als Teil einer Pulverauflösungs-Komplettstation in Kombination mit dem Alfa Laval Rotary Jet Mixer. Die Konfiguration des Alfa Laval Hybrid Powder Mixer mit dem Alfa Laval Rotary Jet Mixer sorgt für eine Mischeffizienz mit höchster Geschwindigkeit ~~und gewährleistet eine schonende Verarbeitung~~. Das effiziente Mischmuster gewährleistet eine Dispersion des Pulvers in einzelne Partikel und die unverzügliche Auflösung in der Fluidmasse.

Diese Kombination hat sich vor allem für die Produkthomogenität als effizient erwiesen, wenn Bindemittel wie CMC, Pektin, Xanthan oder Carrageen verteilt werden sollen. Das genauso vielseitige wie zuverlässige Mischsystem verarbeitet problemlos hochviskose Flüssigkeiten (z. B. eine dreiprozentige Lösung der hochviskosen CMC). Es kann ebenfalls die schnelle Dispersion von mehreren Tonnen Zucker und Milchpulver pro Stunde bewältigen.

Weitere Informationen über eine mobile Alfa Laval Mischeinheit oder deren Einrichtung für einen Werksversuch vor Ort erhalten Sie über frederic.liot@alfalaval.com.

Optimale Mischeffizienz von Alfa Laval

Die Kombination aus Alfa Laval Hybrid Powder Mixer und Alfa Laval Rotary Jet Mixer bietet Lebensmittelproduzenten eine optimale Mischeffizienz und folgende Vorteile.

- Einfache Installation: Kombination von Pump- und Pulvermischfunktionen in einer einzigen Einheit.
- Geringere Betriebs- und Wartungskosten: Im Gegensatz zu konventionellen Mischsystemen, die bis zu vier Motoren benötigen (Zulaufpumpe, Austragspumpe, CIP-Reinigungspumpe, Rührwerkmotor), wird das Mischsystem von Alfa Laval vom Elektromotor nur einer einzigen Pumpe angetrieben.
- Flexibilität von Pumpe, Druck und Tankreinigung
  - Keine zusätzliche Pumpe erforderlich: Eine einzige Pumpe baut während des Pulvereinzugs einen Druck von bis zu 4 bar auf.
  - Keine separate Austragspumpe erforderlich: Die Pumpe im Alfa Laval Hybrid Powder Mixer kann auch als Austragspumpe für die Entleerung des Mischtanks verwendet werden.
  - Keine separate Tankreinigungsvorrichtung erforderlich: Der Alfa Laval Rotary Jet Mixer kann zur Tankreinigung herangezogen werden, da er eine umgebaute Drehstrahlkopf-Tankreinigungsanlage ist.

Über Alfa Laval

Alfa Laval ist ein weltweit führender Anbieter von Produkten und kundenspezifischen Verfahrenslösungen, welche die Kunden bei der Erwärmung, Kühlung, Trennung und Förderung von Medien wie Öl, Wasser, Chemikalien, Getränken, Lebensmitteln, Stärke und Pharmazeutika unterstützen.

Unsere weltweite Organisation arbeitet eng mit Kunden in gut 100 Ländern zusammen, um ihnen dabei zu helfen, im globalen Wettbewerb vorne zu bleiben. Alfa Laval ist an der Nasdaq OMX gelistet und erwirtschaftete im Jahr 2015 einen Jahresumsatz von rund 39,7 Mrd. SEK (ca. 4,25 Milliarden Euro). Das Unternehmen beschäftigt rund 17 500 Mitarbeiter.

Frédéric Liot
Industry Manager Food, Alfa Laval

Mit mehr als 25 Jahren Erfahrung in der Lebensmittelindustrie kann Frédéric Liot bei der Produktentwicklung, der Hochskalierung und dem Start neuer Produktreihen, bei der Prozessoptimierung, bei Innovationen und der Entwicklung neuer Geschäftsbereiche aus einem reichen Erfahrungsschatz schöpfen. Im Laufe seiner Karriere hat er sich auf Lebensmittelzutaten, Lebensmittelwissenschaften und -technologie konzentriert. Er besitzt einen Master of Science in Lebensmittel- und Agrarwissenschaften der ENSA Rennes in Frankreich.

Kontakt: frederic.liot@alfalaval.com

Michael Stenderup
Portfolio Manager, Mischer und Rührwerke, Alfa Laval

Mit seiner umfangreichen Erfahrung in der Lebensmittel-, Pharma- und Energiebranche ist Michael Stenderup für das Mischer- und Rührwerk-Portfolio bei Alfa Laval zuständig. Vor seiner Tätigkeit bei Alfa Laval arbeitete er in verschiedenen Vertriebs-, Marketing- und Managementpositionen für Unternehmen im Bereich Technologieverkauf und industrielle Automatisierung, wobei er sich auf die Geschäftsentwicklung und -strategien, das Großkundenmanagement und den internationalen Vertrieb spezialisierte. Stenderup besitzt einen Bachelor der Universität von Süddänemark (einen Abschluss in Betriebswirtschaft) und der Copenhagen School of Marine Engineering and Technology Management.

Kontakt: michael.stenderup@alfalaval.com

ESE03309DE 1606

So können Sie sich mit Alfa Laval in Verbindung setzen:
Kontaktpersonen und -adressen weltweit werden auf unserer Website kontinuierlich aktualisiert.
Über unsere Internetseite **www.alfalaval.com** erhalten Sie direkten Zugang zu diesen Informationen.