

# Food Technologie

Magazin für Inhaltsstoffe, Herstellung und Verpackung



**Gericke**

Richtungweisende Schüttguttechnik



# Wünsche und Pflichten: Chargenprozesse für Pulvergemische

In der Lebensmittelindustrie stellen viele Endprodukte Pulvermischungen dar. Beispielhaft seien hier erwähnt Dessertmischungen, Zuckergemische, Instantgetränke, Trockensuppen und Saucen, diätetische Nahrungsmittel und Gewürzmischungen. Die große Vielfalt der Komponenten wie Milch- und Sahnepulver, Zucker, Kakao, Mehl, Gemüse, Pilze, Gewürze, flüssige und feste Fette stellen hohe Anforderungen an den Chargenmischprozess.

Der Mischprozess umfasst die Aufarbeitung/Vorbereitung der Ausgangskomponenten (Logistik), die Zusammenstellung der Rezeptur (Wiegeprozess), den eigentlichen Mischvorgang (Mischzeit, Mischintensität) sowie die nachfolgende Behandlung des Produktes bis zur Endverpackung oder Weiterverarbeitung. Im folgenden werden vier Aspekte, die für die Lebensmittelindustrie von besonderer Bedeutung sind, näher betrachtet.

- Güte der Mischung – Homogenität
- Auswahl des Mischprinzips
- Food Safety (Rückverfolgung, Reinigung, Validierung)
- Explosionsschutz

### Homogenität:

Ziel des Mischvorganges ist eine räumlich gleichmässige Verteilung der Komponenten, zunächst in der Mischkammer selbst. Entscheidend ist die Verteilung in der Verbraucherpackung. Gemischt werden in vielen Fällen Produkte im ähnlichen Konzentrationsbereich (z.B. 50:50 Verhältnis); verfahrenstechnisch spannender ist die Verteilung von Mikrokomponenten (Vitaminen, Wirk- und Geschmacksstoffen) in einem Grundmaterial. Die optimale Verteilung dieser Mikrokomponenten wird nicht nur durch die Wahl des Feststoffmischers bestimmt, sondern entscheidender kann auch die physikalische Grösse (Partikelgrösse) der beteiligten Feststoffe sein. Die Güte des Produktes wird wesentlich durch den vorgeschalteten Wiegeprozess ermittelt; jeder Fehler in der Dosierung taucht als Abweichung der Istkonzentration vom gewünschten Zielwert im Endprodukt auf. Die Homogenität pulverförmiger Mischungen wird häufig empirisch beurteilt.

Im Rahmen der Produktkontrolle wird die Homogenität durch laboranalytische oder visuelle Auswertungen von Produktproben ermittelt. Am besten geschieht dies direkt am Endprodukt.

Die Schwankungsbreite der Istkonzentration (Stichprobenvarianz) beispielsweise eines Wirk- oder Geschmacksstoffes in einem Probensatz schätzt die Mischgüte oder Homogenität ab. Je kleiner die Konzentrationschwankung und damit die Varianz, umso besser ist die Mischung.

Die Genauigkeit dieser Schätzung hängt von der Anzahl der Proben und vom Verfahren der Probenahme ab. Wenigen ist bewusst, dass die Varianz (als Mass für die Mischgüte oder Homogenität) mit zunehmender Probengrösse abnimmt. Bei gleicher Mischung zeigen 10 g Proben eine höhere Varianz als 1 kg Proben. Der Produzent hat also bei der Überprüfung seines Mischprozesses und seiner Produktqualität zunächst zweierlei zu definieren: Die Grösse der Proben, die gezogen werden und das Verfahren der Probenahmen. In der Regel sollte versucht werden, die Probenahme vollkommen zufällig zu gestalten.

### Das optimale Mischprinzip?

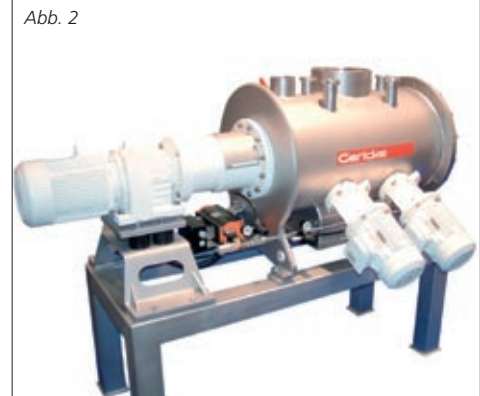
Es werden eine Vielzahl unterschiedlicher Mischprinzipien für das Feststoffmischen eingesetzt. Den Universalmischer, der alle Aufgabenstellungen löst, gibt es nicht. Tests helfen bei der Auswahl des optimalen Mixers. Exemplarisch wird dies an zwei Horizontalmischern gezeigt, die sich in ihrer Geometrie deutlich unterscheiden: Der bereits zahlreich verwendete Doppelwellenmischer vom Typ GMS (Abb. 1) sowie der neu entwickelte Gericke Einwellenmischer vom Typ GBM. Beide Baureihen verwenden Paddel, (auch Bäckerschaukel genannt) als Mischwerkzeug.

Der Gericke Mehrstromfluidmischer Typ GMS ist mit zwei gegenläufig drehenden, überlappenden Mischwellen ausgestattet. Die Schaufeln sind gegenüber der Horizontalen angestellt, um zusätzlich zur Radial- auch eine schnelle Axialver-

Abb. 1



Abb. 2



schung zu bewirken. Die Drehfrequenz der Schaufeln hat einen Einfluss auf Mischzeit, Homogenität und Beanspruchung des Produktes. Die Froudezahl „Fr“ beschreibt das Verhältnis von der Umfangs- zur Erdbeschleunigung und stellt letztlich eine dimensionslose Drehfrequenz dar.

$$Fr = \frac{rw^2}{g}$$

- g = Erdbeschleunigung
- w = Winkelgeschwindigkeit
- r = Radius des Mischrotors

Für Froude gleich 1 ist die Gewichtskraft gleich der Zentrifugalkraft. Die Froudezahl beträgt im Mehrstromfluidmischer 1,15 und ist damit einerseits hoch genug, um ein Wirbelbett mechanisch mit hoher axialer und radialer Beweglichkeit der Feststoffpartikel und damit einer grossen Mischgeschwindigkeit zu erzeugen. Durch das Doppelwellenprinzip wird die Mischgüte gegenüber einem gleich grossen Einwellenmischer in geringerer Zeit erreicht. Dieser Mischer wird also dort eingesetzt, wo es um hohe Anforderung an Mischqualität und schonendes Produkthandling geht. Im Vergleich zum geometrisch einfacheren GBM Mischer (1-Mischerwelle) weist er auch die geringere Bauhöhe auf.

### Zu den Abbildungen

1: Blick in die Mischkammer des Gericke Doppelwellenmischers Typ GMS, Mischerpaddel sind kämmend zur hocheffizienten Vermischung von Mikroingredienzen.

2: Neu entwickelter horizontaler Gericke Chargenmischer Typ GBM, Mischwerkzeug Paddel, 2 hochtourig rotierende Messerköpfe dispergieren Flüssigkeiten und Agglomerate.

Im Doppelwellenmischer Typ GMS wird die Flüssigkeit auf die Oberfläche des mechanisch erzeugten Wirbelbettes gesprüht.

Der neue Gericke Einwellenmischer Typ GBM kann auch bei deutlich erhöhter Froudezahl (Drehfrequenz) eingesetzt werden. In Verbindung mit hochtourig rotierenden Zerhackern (Abb. 2), die mit Umfangsgeschwindigkeiten über 20 m/s laufen, werden auch hoch viskose Flüssigkeiten (Fette, Sirup) optimal dispergiert. Einstoffdüsen (Abb. 3) sprühen die Flüssigkeit in den Bereich der Scherkäfte.

## Scale-up vom Pilot- auf Produktionsmaßstab

Tests mit unterschiedlichen Rezepturen werden in den Gericke Technika durchgeführt. Als Testmaschinen werden Mischer mit 150 l Bruttovolumen eingesetzt. Das Scale-up berücksichtigt geometrische Ähnlichkeit, konstante Froudezahl, Mischwege und maximal auftretende Umfangsgeschwindigkeit und liefert Volumen und Mischzeit des Produktionsmischers. Die Einwellenmischer Typ GBM werden bis 3.000 l, (Abb. 4) die Doppelwellenmischer werden bis 5.000 l Bruttovolumen gebaut.

## Explosionsschutz bei Mischanlagen in der Nahrungsmittelindustrie

Die ATEX-Richtlinien haben in der Nahrungsmittelindustrie zu einer Neubeurteilung des Gefahrenpotentials bei der Verarbeitung pulverförmiger Produkte geführt. Obwohl vom Gesetzgeber schon seit längerem gefordert, ist dieser Prozess insbesondere bei kleineren Herstellern der Nahrungsmittelindustrie noch nicht abgeschlossen. Im Vergleich mit den Prozessen der chemischen Industrie besteht hier ein

großer Nachholbedarf. Aufgrund einer Risikoanalyse wird der Produktionsbetrieb in Zonen eingeteilt (20, 21, 22). Zone 20 geht beispielsweise von einem permanenten zündfähigen Staubgemisch aus, nur entsprechend zugelassenes Equipment darf in diesem Produktionsbereich eingesetzt werden. Die Explosionskenndaten der eingesetzten Rohstoffe sind oft dem Betreiber nicht bekannt; diese liegen selbst bei Herstellern dieser Rohstoffe nicht immer vor. Gerade Chargenmischanlagen können hunderte verschiedener Rohstoffe verarbeiten, eine saubere Analyse mit Kenntnis der Kenndaten ist zwingend für eine sichere Auslegung.

Feststoffmischer selber werden im Inneren typischerweise für Zone 20 ausgelegt. Bei besonders zündwilligen Produkten kann auch mit einer Inertisierung gearbeitet werden, wobei sowohl die Kosten für die steuerungstechnischen Maßnahmen als auch für den Stickstoffverbrauch nicht unterschätzt werden dürfen. Einen Überblick über typische Zoneneinteilungen gibt die BGR 104 (Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit).

Fremde Zündquellen (Foreign bodies; Metalle) dürfen nicht in die Mischkammer eingebracht werden. Hierzu sind geeignete organisatorische Maßnahmen zu treffen. Schutzeinrichtungen wie Kontrollsiebung, Metallabscheidung oder Metalldetektion werden in der Materialzuführung installiert.

In manchen Fällen werden die Mischer auch mit sekundärem Explosionsschutz (Explosionsunterdrückung, Druckentlastung) ausgerüstet.

## Foodsafety

Dieser Begriff rückt bei der Herstellung pulverförmiger Produkte immer mehr in den Vordergrund. Chargenmischanlagen werden selten als Monoproduktanlagen eingesetzt. Viele Produktwechsel stellen aber auch ein Gefahrenpotential dar. Sind wirklich die Produkte im tolerierten Konzentrationsbereich in der Mischung enthalten? Kann eine Rückvermischung von vorherigen Chargen anderer Rezepturen ausgeschlossen werden? Ist sichergestellt, dass nachfolgende Chargen

durch Reinigungswasser nicht verunreinigt werden? Die erste Frage führt automatisch zur Präzision des Wiege- und Dosierprozesses. Eine Verwechslung der Rohstoffe durch geeignete Rohstoffidentifikation kann ausgeschlossen werden. Eine Rückvermischung ist bei der Verarbeitung unvereinbarer Produkte zu vermeiden. Der Mischer darf keine Toträume besitzen, möglichst restfrei entleert und durch geeignete Methoden (trocken, nass, CIP) schnell und vollständig gereinigt werden. Bei feinen, mehlartigen pulverförmigen Produkten oder Produkten mit hohem Flüssigkeits- oder Fettanteil sind Wände und Mischwerkzeug durch eine feine Produktschicht belegt. Diese wird meist rein trocken gereinigt. Kommt es zu einer Nassreinigung, muss die Mischanlage (Wellendichtungen, Mischerein- und ausläufe) konstruktiv so gestaltet sein, dass keine Reinigungsflüssigkeit im Mischprozess verbleibt und alle kritischen Stellen zugänglich und inspiziert werden.

## Zusammenfassung:

Mischen ist ein wertschöpfender Prozess. Neue Mischprozesse dienen der Herstellung neuer oder verbesserter Produkte. Gericke hat zwei unterschiedliche Baureihen für das Chargenmischen entwickelt: Den 1-Wellenmischer Typ GBM sowie den Doppelwellenmischer Typ GMS. Die Auswahl der optimalen Maschine wird durch die Mischaufgabe, Mischzeit, Homogenität und erforderlicher Leistungseintrag bestimmt. Die meisten Feststoffprozesse der Nahrungsmittelindustrie unterliegen der europäischen Explosionsrichtlinie ATEX. Die optimale Gestaltung der Mischanlagen für den Schutz der Komponenten (Foodsafety) ist ein weiterer Schwerpunkt der Maschinenentwicklung.

**Autor: Dr. Ralf Weinekötter**  
Geschäftsführer  
Gericke AG  
Regensdorf-Zürich

Weitere Informationen:  
[www.gericke.net](http://www.gericke.net)



Abb. 3

Abb. 4

### Zu den Abbildungen

3: Einstoffdüse, fein vernebelte Flüssigkeiten werden in die Mischkammer eingesprüht.

4: 1.500 l Chargenmischer Typ GBM – nach vorgewählter Mischzeit verlässt das Material fluidisiert die horizontale Mischkammer durch die kurze Auslaufklappe. Die pneumatisch angetriebene Klappe ist tottraumarm und schließt bündig mit der Gehäuseinnenwand.