

Fachbeitrag

Paderborn, im Mai 2020

Chemische Reaktionen und anschließende Aufbereitung zusammenführen: zeit- und platzsparende Kombination von Prozessschritten in einem Mischreaktor

Chemische Reaktionen sind in industriellen Produktionsprozessen in aller Regel in eine mehrstufige Prozesskette eingebunden, die neben der eigentlichen Synthese auch eine Anzahl von vor- und nachgeschalteten Aufbereitungsschritten enthält. Durch den Einsatz von Vakuum-Mischreaktoren der Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH ist es möglich einige dieser Schritte im selben Apparat zeitlich hintereinander durchzuführen.

Eine der wichtigsten Gruppen chemischer Reaktionen sind die Fest-Flüssig-Reaktionen. Dabei ist es oft erforderlich den bzw. die Feststoffe in intensiven Kontakt mit dem flüssigen Reaktanden zu bringen, um eine quantitative Umsetzung in möglichst kurzer Zeit zu erreichen. Zwei Beispiele sollen im Folgenden näher betrachtet werden: die Alkalisierung von Kakao und die Herstellung von Metallseifen.

Alkalisierung von Kakao

Unbehandelter Kakao ist recht sauer. Er weist einen pH-Wert zwischen 5 und 5,5 auf. Bereits vor fast 200 Jahren wurde daher vom Niederländer Coenraad van Houten ein Verfahren zur Verminderung des Säuregehaltes entwickelt, das sogenannte „Dutching“ bzw. Alkalisieren. Dabei wird Kakaomasse mit alkalischen Lösungen behandelt. Typischerweise werden dazu Alkalimetallhydroxide oder -carbonate eingesetzt. Der so alkalisierte Kakao hat neben einem milderem Geschmack auch eine andere Farbe als das unbehandelte Rohprodukt. Durch die Wahl geeigneter Prozessbedingungen ist es möglich, gezielt roten oder schwarzen Kakao zu erhalten.

Insbesondere schwarzer Kakao erfreut sich zunehmender Beliebtheit. Mit ihm erhalten Kekse und anderes Gebäck eine intensiv dunkle Farbe.

Für eine dunkle Färbung muss die Reaktion teilweise bei wesentlich höheren Drücken und Temperaturen als beim klassischen Dutching-Prozess durchgeführt werden. Temperaturen von 150°C bei einem Prozessdruck von 5 bar sind dazu erforderlich.

Pressekontakt:

Prospero GmbH
Müllerstraße 27 – 80469 München
Telefon: 089-273383-14
Telefax: 089-273383-29
E-Mail: marco.voeroes@prospero-pr.de

Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH
Elsener Straße 7-9 – 33102 Paderborn
Tel.: 05251-309-0
Fax: 05251-309-123
E-Mail: info@loedige.de

Nach dem Alkalisieren muss das Kakaopulver in einem nächsten Schritt wieder auf eine Feuchte von weniger als 5 % getrocknet werden. Diese Trocknung wird schnell und produktschonend im Vakuum durchgeführt.

In Lödige Druvatherm-Reaktoren können die beiden Prozesse Reaktion und Trocknung unter idealen Bedingungen durchgeführt werden.

Reaktion und Trocknung in einer Maschine

Die Mischreaktoren und -trockner der Baureihe DVT zeichnen sich durch spezielle Mischelemente aus, die in eine zylindrische Trommel mit Heizmantel eingebaut sind. Die Mischelemente bewegen das Reaktionsgut permanent. Dadurch kommen die einzelnen Partikel häufig in Kontakt mit der heißen Behälterwand, was zu einer Optimierung des Wärmetransports führt und somit Aufheizzeiten reduziert.

Durch den Einsatz von schnell rotierenden Messerköpfen, die seitlich am liegenden Mischbehälter angebracht sind wird verhindert, dass sich im Laufe der Alkalisierungsreaktion Klumpen oder ähnliche Agglomerate bilden.

Nach der Umsetzung mit den Alkalien kann der Kakao direkt im Anschluss in der gleichen Maschine getrocknet werden. Dazu wird der noch anliegende Überdruck abgelassen und ein Vakuum angelegt.

Die intensive Durchmischung des Kakaopulvers sorgt hierbei für eine schnelle und gleichmäßige Trocknung. Die oben bereits erwähnten Messerköpfe sorgen auch bei der Trocknung dafür, dass sich keine größeren Agglomerate bilden, in deren Inneren Feuchtigkeit eingeschlossen werden könnte.

Dadurch, dass Reaktion und Trocknung in einer Maschine durchgeführt werden ergeben sich mehrere Vorteile für den Kunden: Zum einen wird Zeit gespart, da zwischenzeitliches Entleeren, innerbetrieblicher Transport und Wiedereinfüllen entfallen. Zum anderen benötigt der Druvatherm® Reaktor natürlich weniger Platz als zwei getrennte Apparate für Reaktion und Trocknung.

Herstellung von Metallseifen – eine glatte Sache im Mischreaktor

Eine weitere Anwendung, bei der Reaktion und anschließende Vakuumtrocknung im Druvatherm® Mischreaktor durchgeführt werden, ist die Synthese von Metallseifen.

Metallseifen werden aus langkettigen Fettsäuren und einem Metalloxid oder hydroxid hergestellt. Bei der Umsetzung handelt es sich, chemisch betrachtet, um eine typische Säure-Base-Reaktion. Die eingesetzten Fettsäuren stammen dabei häufig aus pflanzlichen Fetten oder Ölen. Die technisch bedeutendste Gruppe der Metallseifen stellen die Metallstearate dar, die vielfältig industriell eingesetzt werden. Calciumstearat, Zinkstearat oder Magnesiumstearat, um nur einige zu nennen,

Pressekontakt:

Prospero GmbH
Müllerstraße 27 – 80469 München
Telefon: 089-273383-14
Telefax: 089-273383-29
E-Mail: marco.voeroes@prospero-pr.de

Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH
Elsener Straße 7-9 – 33102 Paderborn
Tel.: 05251-309-0
Fax: 05251-309-123
E-Mail: info@loedige.de

werden zum Beispiel als Gleit- und Trennmittel, Stabilisatoren, oder Hydrophobierungsmittel verwendet.

Sowohl bei den Fettsäuren als auch bei den Metalloxiden bzw -hydroxiden handelt es sich um Feststoffe, die im Lödige Druvatherm® Mischreaktor problemlos makroskopisch homogen vermischt werden können. Auf molekularer Ebene reicht die Beweglichkeit der Ionen in den Feststoffen jedoch nicht aus, um in akzeptabler Zeit miteinander zu reagieren. Um deren Beweglichkeit und somit die Reaktionsgeschwindigkeit zu erhöhen ist es erforderlich Wasser zuzusetzen. Bei erhöhten Temperaturen von bis zu 150 °C läuft die exotherme Reaktion dann innerhalb weniger Minuten ab. Um eine wirklich vollständige Umsetzung zu erreichen, ist eine intensive Durchmischung unbedingt erforderlich. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle Fettsäurepartikel in ausreichend guten Kontakt mit dem Metallhydroxid und Wasser kommen und die Reaktion stattfindet.

Da die Metallseifen üblicherweise als wasserfreie Feststoffe weiterverarbeitet werden, ist es erforderlich, das zugesetzte und das bei der Reaktion als Nebenprodukt entstehende Wasser wieder aus dem Produkt herauszutrocknen. Das kann entsprechend der oben beschriebenen Vorgehensweise beim alkalisierten Kakao auch hier direkt im Apparat erfolgen. Nach der chemischen Reaktion wird der im Reaktor vorliegende Überdruck abgebaut und ein Vakuum angelegt. Auch hier sorgt das Mischwerk für eine turbulente Vermischung und einen guten Wärmetransfer. So kann die wasserfeuchte Metallseife schonend und schnell getrocknet werden. Durch den Einsatz von Messerköpfen werden ggf. auftretende Agglomerate zerkleinert, damit die in den Agglomeraten eingeschlossene Feuchtigkeit ebenfalls zügig entfernt werden kann.

Umsetzung mit kurzkettigen Carbonsäuren

Die hier beschriebene Umsetzung kann auch mit kurzkettigen Carbonsäuren wie Propionsäure oder Buttersäure durchgeführt werden. Da diese jedoch unter Normalbedingungen flüssig vorliegen, wird hier eine etwas andere Prozessführung angewandt. In diesen Fällen wird das feste Metallhydroxid im Reaktor vorgelegt und die Säure zugegeben. Durch Regulierung der Säuredosierung kann die in diesen Fällen hohe Wärmefreisetzung durch die stark exotherme Reaktion problemlos kontrolliert werden.

Bei den einzelnen Prozessschritten liegen ganz unterschiedliche Drücke und Temperaturen vor. Auf die dadurch erforderlichen Lastwechsel muss die Maschine entsprechend ausgelegt sein. Bei der Konstruktion der Druvatherm® Mischreaktoren werden diese Wechselbeanspruchungen für jede Anwendung individuell berücksichtigt. Selbst auf kurze Chargenzeiten und den damit einhergehenden häufigen Druck- und Temperaturänderungen können berücksichtigt werden. So kann

Materialermüdung verhindert und ein zuverlässiger Betrieb über viele Jahre sichergestellt werden.

Fazit

An chemische Fest-Flüssig-Reaktionen schließt sich oft als weiterer Prozessschritt eine Produkttrocknung an. Diese beiden Schritte können vorteilhaft in einem Apparat durchgeführt werden, wenn dieser auf alle im Gesamtprozess auftretenden Druck- und Temperaturbereiche ausgelegt ist. Die Lödige Druvatherm® Mischreaktoren können maßgeschneidert auf die jeweilige Anforderungen ausgelegt werden und decken somit viele unterschiedliche Anwendungen ab.

Autor und Kontakt für Leser-Anfragen:

Dr. Dirk Jakobs,
Vertrieb Mixing and Reacting Technologies

Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH
Elsener Straße 7-9 – 33102 Paderborn
Tel.: +49-5251-309-189
E-Mail: jakobs@loedige.de
www.loedige.de

Pressekontakt:

Prospero GmbH
Müllerstraße 27 – 80469 München
Telefon: 089-273383-14
Telefax: 089-273383-29
E-Mail: marco.voeroes@prospero-pr.de

Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH
Elsener Straße 7-9 – 33102 Paderborn
Tel.: 05251-309-0
Fax: 05251-309-123
E-Mail: info@loedige.de

Bilder:



In Lödige Druvatherm-Reaktoren können die beiden Prozesse Reaktion und Trocknung unter idealen Bedingungen durchgeführt werden. (Quelle: Lödige)



Durch den Einsatz von Messerköpfen werden ggf. auftretende Agglomerate zerkleinert, damit die in den Agglomeraten eingeschlossene Feuchtigkeit zügig entfernt werden kann. (Quelle: Lödige)

Pressekontakt:
Prospero GmbH
Müllerstraße 27 – 80469 München
Telefon: 089-273383-14
Telefax: 089-273383-29
E-Mail: marco.voeroes@prospero-pr.de

Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH
Elsener Straße 7-9 – 33102 Paderborn
Tel.: 05251-309-0
Fax: 05251-309-123
E-Mail: info@loedige.de



Unbehandelter Kakao ist recht sauer, deshalb wird er alkalisiert. (Quelle: Schokobruch.de / pixelio.de)

Pressekontakt:
Prospero GmbH
Müllerstraße 27 – 80469 München
Telefon: 089-273383-14
Telefax: 089-273383-29
E-Mail: marco.voeroes@prospero-pr.de

Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH
Elsener Straße 7-9 – 33102 Paderborn
Tel.: 05251-309-0
Fax: 05251-309-123
E-Mail: info@loedige.de